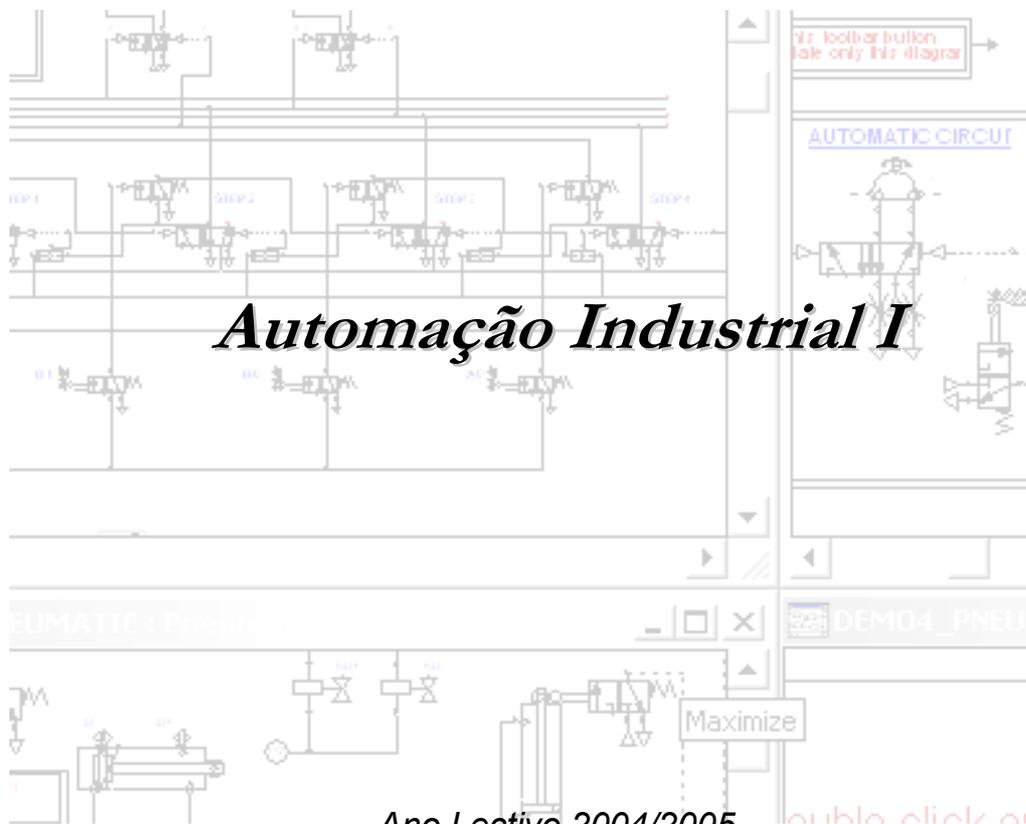




Escola Superior de Tecnologia de Abrantes
Instituto Politécnico de Tomar
Departamento de Engenharia e Gestão Industrial - DEGI



Ano Lectivo 2004/2005

Toni dos Santos Alves

Índice

I. Introdução à Automação	- 1 -
I.1. Objectivos da Automação	- 1 -
I.1.1. Tipos de Automação.....	- 2 -
I.1.2. Componentes da Automação	- 2 -
I.1.3. Aplicações da Automação	- 3 -
II. Introdução aos Sistemas Digitais	- 4 -
II.1. Selecção entre duas únicas possibilidades - Verdadeiro e Falso	- 4 -
II.1.1. Estados lógicos – Digitais e Analógico	- 4 -
II.1.2. Tabela de Verdade.....	- 5 -
II.1.3. Exemplo – Acender/Apagar de uma Lâmpada.....	- 5 -
II.2. Características dos Circuitos Integrados.....	- 6 -
II.2.1. Tipos de encapsulamento do C.I.:.....	- 7 -
III. Sistemas de Numeração e Códigos	- 8 -
III.1. Sistema Binário	- 8 -
III.1.1. Conversão Binário – Decimal.....	- 9 -
III.1.2. Conversão Decimal – Binário.....	- 10 -
III.1.3. Conversão de Hexadecimal – Binário.....	- 10 -
III.1.4. Conversão Decimal – Hexadecimal	- 11 -
III.1.5. Conversão Binário – Hexadecimal	- 11 -
III.1.6. Conversão Decimal – Octal	- 11 -
III.1.7. Conversão Octal – Decimal	- 12 -
III.1.8. Conversão Octal – Binário	- 12 -
III.1.9. Conversão Octal – Hexadecimal.....	- 13 -
III.1.10. Conversão Binário – Octal	- 13 -
III.1.11. Conversão Hexadecimal – Octal.....	- 13 -
III.1.12. Exercícios: Conversões	- 14 -
III.2. Código Gray.....	- 14 -
III.2.1. Conversão Binário – Gray.....	- 14 -
III.2.2. Conversão Gray – Binário.....	- 15 -
III.2.3. Exercícios: Código Gray.....	- 15 -
IV. Álgebra de Boole e Circuitos Lógicos	- 16 -
IV.1. Portas lógicas.....	- 16 -
IV.1.1. Função Lógica “Sim”	- 16 -
IV.1.2. Função Lógica “Não”	- 16 -
IV.1.3. Função Lógica “E”	- 17 -
IV.1.4. Função Lógica “OU”	- 17 -
IV.2. Simplificação de Funções	- 18 -
IV.2.1. Lógica combinatória.....	- 18 -
IV.2.2. Método analítico	- 19 -
IV.2.3. Mapa de Karnough.....	- 19 -
IV.2.4. Implementação.....	- 22 -
IV.2.5. Exercícios: Circuitos Lógicos – Simplificações	- 22 -
IV.3. Laboratório n.º 1 – Portas lógicas	- 24 -
V. Sistemas Pneumáticos e Hidráulicos	- 25 -

V.1.	Energia Hidráulica.....	- 25 -
V.1.1.	Componentes principais em hidráulica.....	- 26 -
V.1.2.	Bombas e motores hidráulicos.....	- 26 -
V.1.3.	Estrutura de uma instalação hidráulica.....	- 27 -
V.2.	Energia Pneumática.....	- 28 -
V.3.	Central de Ar Comprimido.....	- 29 -
V.3.1.	Compressor.....	- 29 -
V.3.1.1.	Embolo alternativo.....	- 29 -
V.3.1.2.	Ciclo de compressão.....	- 30 -
V.3.1.3.	Rotativo.....	- 30 -
V.3.1.4.	Compressor de palhetas.....	- 30 -
V.3.1.5.	Parafuso.....	- 31 -
V.3.1.6.	Esquema eléctrico de arranque e paragem do motor.....	- 31 -
V.3.2.	Reservatório.....	- 32 -
V.3.2.1.	Cálculo de água em sistemas pneumáticos.....	- 32 -
V.3.3.	Secador.....	- 33 -
V.3.4.	Distribuição.....	- 34 -
V.4.	Cilindros Pneumáticos.....	- 35 -
V.5.	Válvulas.....	- 37 -
V.5.1.	Identificação das ligações das válvulas.....	- 37 -
V.5.2.	Tipos de Accionamentos das Válvulas.....	- 38 -
V.5.3.	Válvulas Direccionais.....	- 40 -
V.5.4.	Válvulas de Fluxo.....	- 41 -
V.5.5.	Válvulas de Bloqueio.....	- 41 -
V.5.5.1.	Válvulas reguladora de pressão.....	- 42 -
V.6.	Trabalhos Laboratoriais – Informativos.....	- 43 -
V.7.	Laboratório de avaliação n.º2 – Pneumática.....	- 45 -
V.8.	Temporizadores Pneumáticos.....	- 46 -
V.8.1.	Exemplo de um circuito semi-automático de estampagem.....	- 47 -
VI.	Método sequencial.....	- 48 -
VI.1.	Ciclos Pneumáticos --- Diagramas de funcionamento.....	- 48 -
VI.1.1.	Etapas de Construção Diagrama de Funcionamento.....	- 48 -
VI.1.2.	Cilindro de efeito duplo com amortecimento e posição magnética.....	- 49 -
VI.1.3.	Exemplo: Ciclo: (A ⁺ A ⁻).....	- 49 -
VI.1.4.	Exercícios 1: Conflito no avanço do cilindro B.....	- 51 -
VI.1.5.	Exercícios 2: Conflito no recuo do cilindro B.....	- 52 -
VI.1.6.	Laboratório de avaliação n.º3 – Diagramas de funcionamento.....	- 53 -
VII.	Bibliografia.....	- 54 -
VIII.	Anexos.....	- 55 -

I. Introdução à Automação

I.1. Objectivos da Automação

A automação é a tecnologia relacionada com a aplicação de sistemas mecânicos, eléctricos e electrónicos, apoiados em meios computacionais, na operação e controlo dos sistemas de produção.

Em termos gerais, os objectivos a atingir com a automação poder-se-ão enquadrar em dois grandes níveis, nomeadamente, a segurança e o mercado. No primeiro, pretende-se a melhoria das condições de trabalho e de segurança de pessoas e bens. No segundo, pretende-se aumentar a competitividade global do produto e da empresa, única forma de esta se manter, na aguerrida concorrência do mercado.

No que respeita à segurança a automação de um processo de fabrico vai permitir que muitas tarefas de maior perigo imediato (ex.: prensagem, corte, etc.), ou a médio ou longo prazo (ex.: a soldadura e a pintura com a conseqüente inalação de gases) possam ser executadas com pouca ou mesmo nenhuma intervenção Humana. Por outro lado as tarefas menos perigosas mas extremamente repetitivas, podem conduzir a estados de cansaço, possível gerador de situações perigosas do ponto de vista da segurança para não falar da qualidade do produto final.

A automação é um meio através do qual é possível atingir melhores níveis de qualidade. Hoje, qualidade não consiste apenas no controlo final do produto. A qualidade é “produzida” através do controlo do processo produtivo, através de um apertado controlo dimensional das grandezas envolvidas e mesmo de sistemas de inspecção intercalares a funcionar em tempo real e portanto de uma forma automática. Deste modo, os padrões de qualidade são melhorados pelo incremento do controlo do processo, inevitavelmente, através da automação deste.

Principais objectivos da automação industrial são:

- Diminuição dos custos;
- Maior produtividade;
- Maior flexibilidade;
- Melhor qualidade;
- Maior capacidade tecnológica;
- Integração.

I.1.1. Tipos de Automação

Fixa

- Altos investimentos;
- Altas taxas de produção;
- Configuração rígida (alteração difícil);
- Operações simples;
- Equipamento específico (máquinas de colocar tampas da cerveja).

Programada

- Altos investimentos;
- Taxas médias de produção;
- Configuração semi-flexível (possibilidade de reprogramação);
- Equipamento genérico (máquina de controlo numérico).

Flexível

- Investimento muito elevado;
- Produção contínua;
- Configuração flexível (alteração por software);
- Equipamento geral.

I.1.2. Componentes da Automação

A maioria dos sistemas modernos de automação, como os utilizados nas indústrias automobilística, petroquímica e nos supermercados, é extremamente complexa e requer muitos ciclos de repetitivos.

Cada sistema de automação compõe-se de cinco elementos:

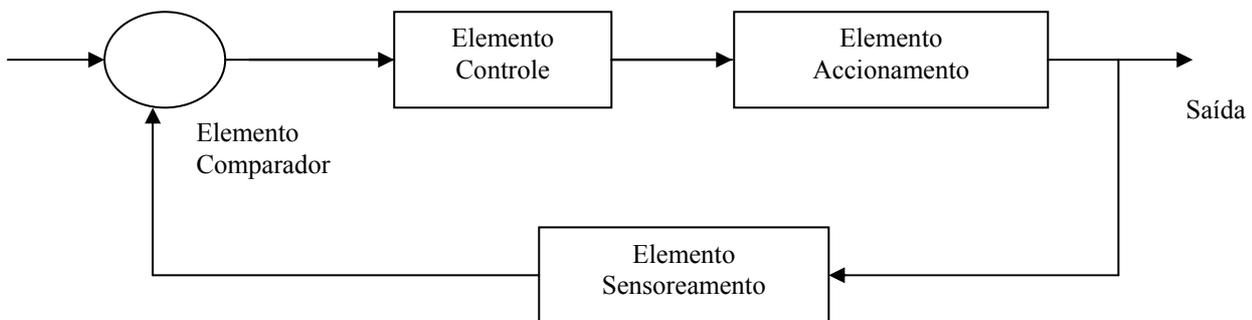
- **Accionamento** - provê o sistema de energia para atingir determinado objectivo. É o caso dos motores eléctricos, pistões hidráulicos etc.;
- **Sensoriamento** - mede o desempenho do sistema de automação ou uma propriedade particular de algum de seus componentes. Exemplos: termopares para medição de temperatura e encoders para medição de velocidade;
- **Controle** - utiliza a informação dos sensores para regular o accionamento. Por exemplo, para manter o nível de água num reservatório, usamos um controlador de fluxo que abre ou fecha uma válvula, de acordo com o consumo. Mesmo um robô requer um controlador, para accionar o motor eléctrico que o movimenta;

Automação Industrial I

- **Comparador** ou elemento de decisão - compara os valores medidos com valores preestabelecidos e toma a decisão de quando actuar no sistema. Como exemplos, podemos citar os termóstatos e os programas de computadores;
- **Programas** - contêm informações de processo e permitem controlar as interações entre os diversos componentes.

Nota: Programas - também chamados softwares, são conjuntos de instruções lógicas, sequencialmente organizadas. Indicam ao controlador ou ao computador o que fazer.

Fluxo de um possível sistema de controlo



I.1.3. Aplicações da Automação

Produtos de consumo

- Electrónicos, como videocassetes, televisores e microcomputadores.

Indústrias mecânicas

- Robôs controlados por computador;
- CNC.

Bancos

- Caixas automáticas.

Comunicações

- Automatização dos correios.

Transportes

- Controle de tráfego de veículos.

Medicina

- Diagnóstico e exames.

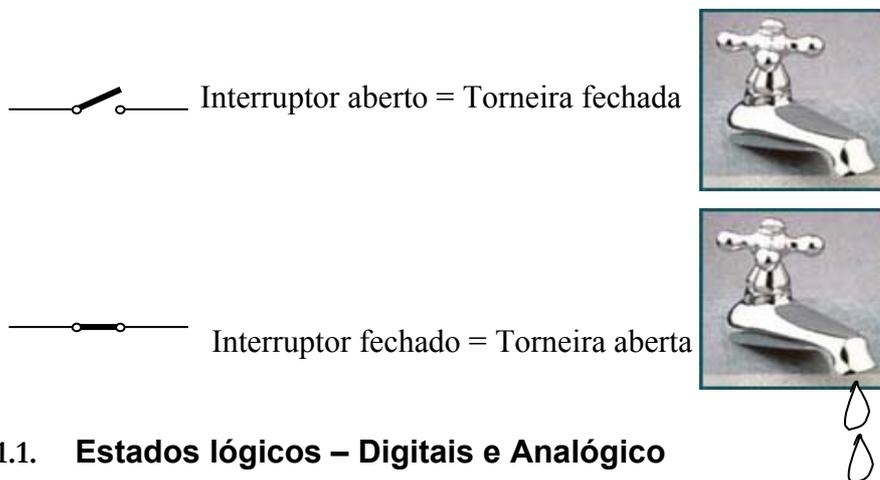
II. Introdução aos Sistemas Digitais

II.1. Selecção entre duas únicas possibilidades - Verdadeiro e Falso

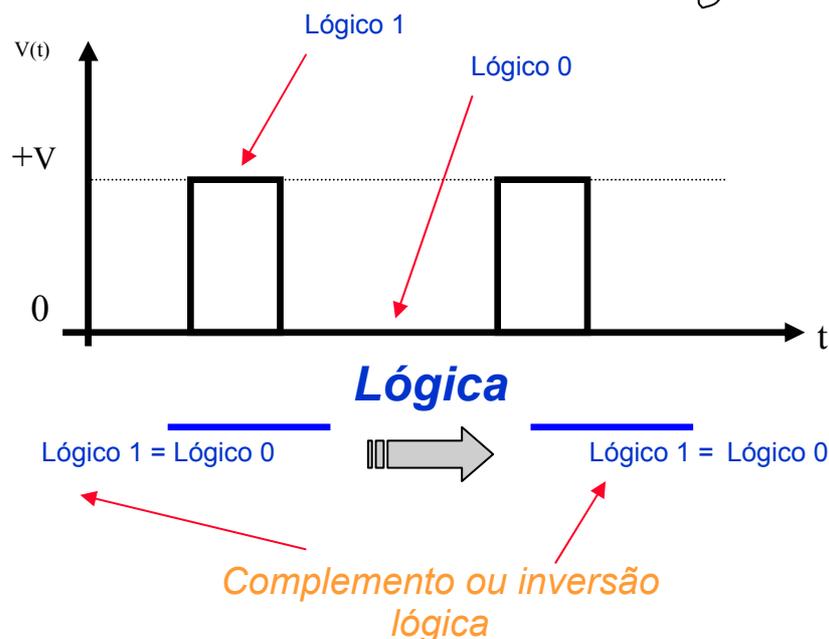
Um dispositivo digital tem um determinado número de possíveis valores perfeitamente definidos, ou estados. Podem existir como máximo dois estados únicos, como um interruptor de luz: ou está aceso ou apagado.

A electrónica digital moderna está baseada fundamentalmente nos circuitos que tem dois valores únicos, por exemplo: ou passa corrente ou não passa.

Por exemplo, no nosso dia-a-dia a abertura ou fecho de uma torneira, não é mais que um sistema digital formado por dois estados (aberto = 0 ; fechado = 1).



II.1.1. Estados lógicos – Digitais e Analógico



Automação Industrial I

Níveis Lógicos

Nos circuitos integrados digitais, os estados lógicos são geralmente representados através de tensões eléctricas (corrente contínua DC).

A lógica binária está baseada em dois únicos estados (1 – verdadeiro e 0 - falso).

0 = não existe tensão (0 volts)

1 = existe tensão (+5 volts)

Frequentemente utiliza-se o L (Low – Baixo = 0) e H (High – Alto = 1) para indicar claramente o nível eléctrico.

II.1.2. Tabela de Verdade

É uma maneira de representar todas as combinações possíveis de uma dada função. A contagem é feita sempre da esquerda para a direita.

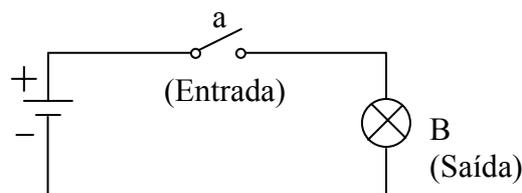
Exemplo:

2^1	2^0	F
b	a	
0	0	x
0	1	x
1	0	x
1	1	x

Nota: o primeiro dígito é sempre zero, variando de coluna para coluna de 2^n .

X – é valor que toma cada linha na função, podendo ser 0 ou 1.

II.1.3. Exemplo – Acender/Apagar de uma Lâmpada



Um circuito lógico recebe comandos de entrada e produz resultados na saída.

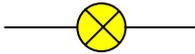
No que respeita a nossa acção sobre o interruptor e o efeito sobre a lâmpada. O circuito recebe à entrada (input) a acção sobre o interruptor e produz à saída (output) o acender da lâmpada.

Automação Industrial I

Tabela verdade

Podemos recolher numa tabela o comportamento lógico de um circuito digital.

A figura mostra-nos a tabela, ou tabela de verdade, da lanterna. Denominamos (a) ao interruptor (entrada) e (B) à lâmpada (saída).

	Entrada (a) "Interruptor"	Saída (B) "Lâmpada"	
	0	0	
	1	1	

A primeira coluna junta os possíveis valores à entrada (quer dizer dois: 0 e 1) e a segunda os valores correspondentes à saída.

Cada linha é um estado do circuito. Por exemplo, na primeira linha a entrada é zero (interruptor aberto) e por isso a saída tem que ser zero (lâmpada apagada).

Identificação lógica

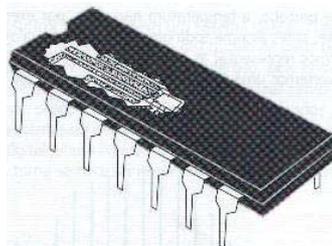
Na prática, para a lanterna a saída repete a entrada. Podemos escrevê-la de uma forma formal com uma expressão lógica:

$$B=a$$

Este facto quer dizer que seja qual for o valor da entrada (a), a saída (B) terá sempre o mesmo valor: trata-se de um caso de identidade.

II.2. Características dos Circuitos Integrados

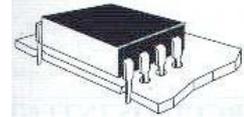
Trata-se de um circuito fabricado numa única e fina pastilha de silício que se designa por chip.



Os pinos da cápsula são ligados ao chip através de fios finos de ouro, para possibilitar a entrada e saída de sinais para o exterior.

II.2.1. Tipos de encapsulamento do C.I.:

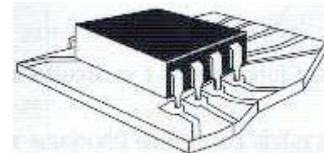
- O encapsulamento designado por DIP (Dual In – Line Package). Foi até muito recentemente o tipo de encapsulamento mais usado.



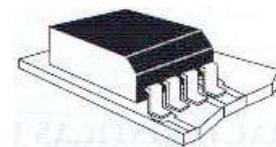
- O encapsulamento designado por SMT (Surface – Mount Technology), com maior grau de compactação e com maior número de entradas e saídas. Esta tecnologia tem como principal vantagem o facto de não necessitar de furos.

Existem três tipos de cápsulas em SMT:

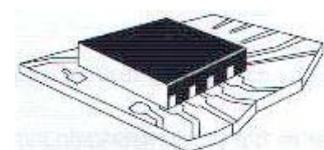
- SOIC (Small – Outline Integrated circuit) – é semelhante a um DIP, miniaturizado e com os pinos dobrados.



- PLCC (Plastic – Leaded Chip Carrier) – tem os terminais dobrados para baixo do corpo.



- LCCC (Leadless Ceramic Chip Carrier) – não dispõe de pinos. Em sua vez, existem uns contactos metálicos moldados na cápsula cerâmica.



III. Sistemas de Numeração e Códigos

III.1. Sistema Binário

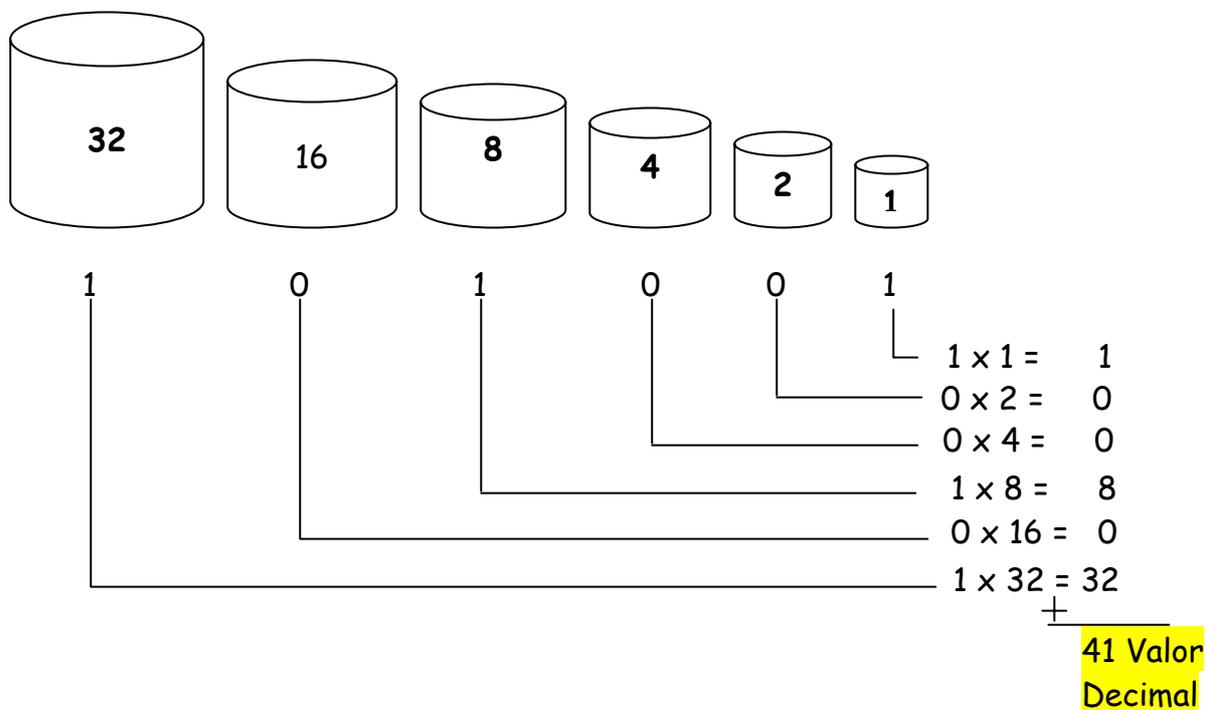
O código binário utilizado normalmente é completamente equivalente ao código decimal, excepto pelo facto de se utilizarem apenas dois valores (0 e 1) em vez de dez.

Com os nossos números decimais, a primeira coluna da direita é a das unidades, depois então as dezenas, as centenas, os milhares, etc...

Pode-se fazer a mesma coisa com os números binários, apenas que os pesos (multiplicadores) das colunas não são potências de 10 (1, 10, 100, 1000, etc...) mas potências de dois (1, 2, 4, 8, 16, 32, etc...) 2^n .

Para calcular o valor de um número binário, somam-se os pesos das colunas onde existe um 1.

Exemplo: Número binário 101001



Automação Industrial I

- Números binários

As combinações de bits ou sinais digitais, podem representar números.

Os dígitos nos números binários são vulgarmente chamados bits (binary digits).

Ao agrupamento de oito bits chama-se byte, sendo o conjunto de 4 bits apelidado de meio byte ou nibble.

Um bit pode estar apenas em dois estados, pelo que podemos utilizá-lo para representação dos valores numéricos: 0 (zero) e 1 (um).

- Representação de números binários

Para representar os números binários, começamos sempre por 0 e 1, como esgotamos passamos para combinação de um segundo dígito 10 e 11, já ficou esgotado passamos para um terceiro dígito 100, 101, 110 e 111, assim sucessivamente.

Binário	Decimal
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7
...	...

III.1.1. Conversão Binário – Decimal

Para obter o equivalente de um número decimal de uma determinada grandeza binária basta multiplicar cada bit pelo seu peso e adicionar os respectivos produtos.

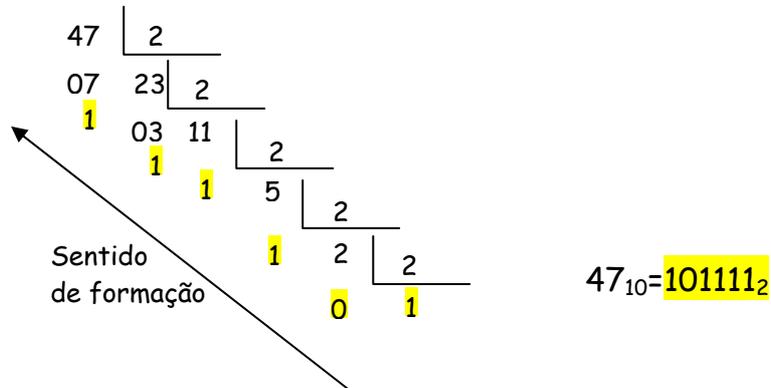
Exemplo: converter o número binário 110101 em decimal

Peso Binário	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Valor do Peso	32	16	8	4	2	1
Número Binário	1	1	0	1	0	1

$$1 \times 32 + 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 53_{10}$$

III.1.2. Conversão Decimal – Binário

O método consiste em efectuar divisões sucessivas por 2 e o valor binário é obtido pelo valor do resto obtido da direita para esquerda.



III.1.3. Conversão de Hexadecimal – Binário

Para converter um número hexadecimal em binário substitui-se cada símbolo hexadecimal pelo seu equivalente formado por 4 bits.

Tabela auxiliar a utilizar nas conversões de números hexadecimal

Decimal	Binário	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Exemplo: o número $1A5_{16}$ em hexadecimal para binário

$$\overbrace{0001}^1 \quad \overbrace{1010}^A \quad \overbrace{0101}_5 \quad 1A5_{16} = 000110100101_2$$

Automação Industrial I

III.1.4. Conversão Decimal – Hexadecimal

Divisões sucessivas da parte inteira do número decimal por 16, produzirão o equivalente em hexadecimal.

Por multiplicações sucessivas por 16 da parte fraccionário obtém-se o equivalente em hexadecimal, pelo agrupamento das partes inteiras obtidas.

Exemplo: o número 652_{10} em decimal para hexadecimal

$$\begin{array}{r|l} 652 & 16 \\ \hline 012 & 40 \\ & | 16 \\ & 8 & 2 \end{array} \quad \begin{array}{l} 12 = C \\ 652_{10} = 28C_{16} \end{array}$$

III.1.5. Conversão Binário – Hexadecimal

Divide-se o número em grupos de 4 bits e substitui-se cada grupo pelo seu equivalente em hexadecimal.

Exemplo: o número 10100110_2 em binário para hexadecimal

$$\begin{array}{c} \underbrace{1010}_A \quad \underbrace{0110}_6 \\ 10100110_2 = A6_{16} \end{array}$$

III.1.6. Conversão Decimal – Octal

A conversão para octal efectua-se pelo método das divisões sucessivas, agora por 8 pela parte inteira.

Exemplo: o número 645_{10} em decimal para octal

$$\begin{array}{r|l} 645 & 8 \\ \hline 05 & 80 \\ & | 8 \\ 00 & 10 \\ & | 8 \\ & 2 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} 645_{10} = 1205_8 \end{array}$$

Sentido de formação

Automação Industrial I

III.1.7. Conversão Octal – Decimal

Para fazer a conversão, determina-se o peso de cada dígito, multiplicando o peso pelo dígito e efectua-se a soma dos produtos obtidos.

Exemplo: o número 1205_8 em octal para decimal

Peso Octal	8^3	8^2	8^1	8^0
Valor do Peso	512	64	8	1
Número Octal	1	2	0	5

$$1 \times 8^3 + 2 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 5 \times 8^0 = 645_{10}$$

III.1.8. Conversão Octal – Binário

Dado que cada dígito octal pode ser representado por um número binário de 3 bits, como representado na tabela.

Decimal	Binário
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Exemplo: o número 15_8 em octal para binário

$$\overbrace{001}^1$$

$$\overbrace{101}_5$$

$$15_8 = 001101_2$$

III.1.9. Conversão Octal – Hexadecimal

Exemplo: o número 734_8 em octal para hexadecimal

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} 7 \\ \{111\} \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} 3 \\ \{011\} \\ D \end{array} & \begin{array}{c} 4_8 \\ \{100\} \\ C_{16} \end{array} \end{array} \quad 734_8 = 1DC_{16}$$

III.1.10. Conversão Binário – Octal

Exemplo: o número 111001_2 em binário para octal

$$\begin{array}{c} \{111\} \\ 7 \end{array} \quad \begin{array}{c} \{001\}_2 \\ 1_8 \end{array} \quad 111001_2 = 71_8$$

III.1.11. Conversão Hexadecimal – Octal

Exemplo: o número $B84_{16}$ em hexadecimal para octal

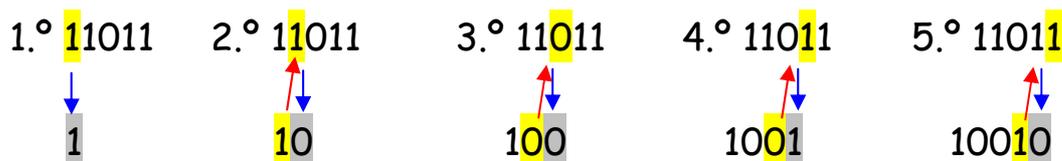
$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} B \\ \{1011\} \\ 5 \end{array} & \begin{array}{c} 8 \\ \{1000\} \\ 6 \end{array} & \begin{array}{c} 4_{16} \\ \{0100\} \\ 0 \end{array} \end{array} \quad \begin{array}{c} 4_8 \\ \{100\} \\ 4_8 \end{array} \quad B84_{16} = 5604_8$$

III.2.2. Conversão Gray – Binário

Regra a utilizar:

1. o bit mais significativo em binário é o mesmo que corresponde em gray.
2. da esquerda para direita, compara-se cada bit binário com o gray que se encontra na posição adjacente. Se forem diferentes resultará um (1) em binário. Se forem iguais o resultante será (0).

Exemplo: Equivalente em binário do valor gray (11011)



Resultado em Binário → 10010

III.2.3. Exercícios: Código Gray

1. Encontre o equivalente binário dos seguintes números em gray (10101111; 11000110).
2. Encontre o equivalente gray dos seguintes números em binários (10110; 0010101).

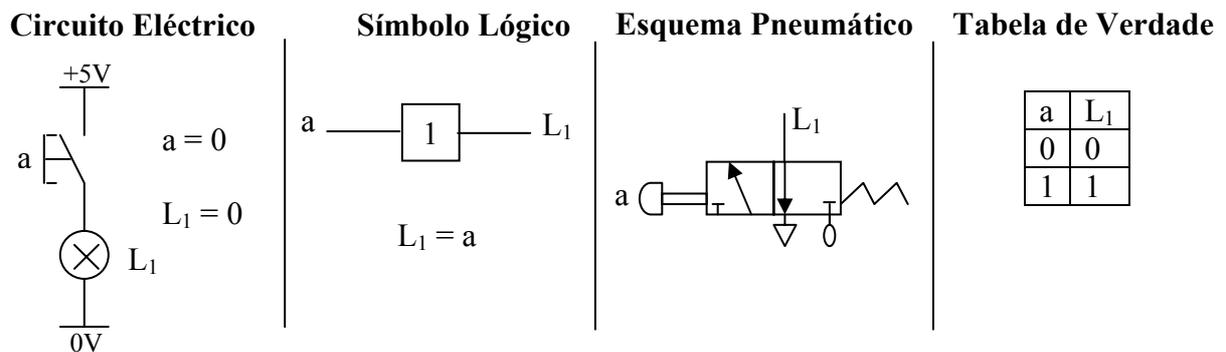
IV. Álgebra de Boole e Circuitos Lógicos

IV.1. Portas lógicas

Nos computadores digitais, os números são representados de forma binária, já que, de uma forma geral, uma acção pode ter apenas dois estados diferentes:
Ligado/desligado - 0/1 - sim/não - aceso/apagado, etc.,.

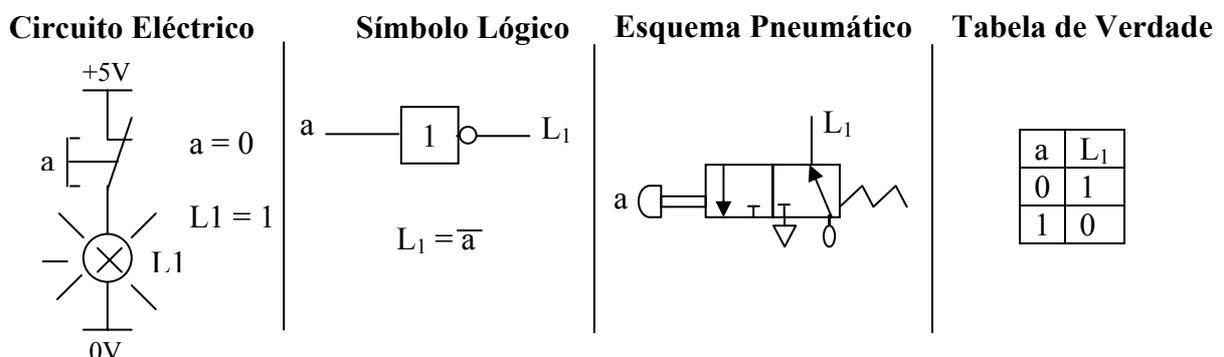
IV.1.1. Função Lógica “Sim”

Contacto normalmente aberto (NO)



IV.1.2. Função Lógica “Não”

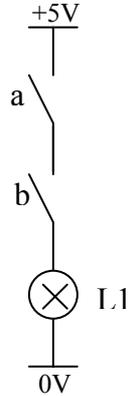
Contacto normalmente fechado (NF)



IV.1.3. Função Lógica “E”

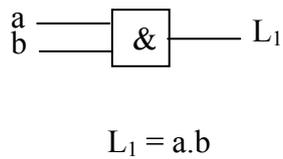
Contacto normalmente aberto (NO)

Circuito Eléctrico



$a = 0$
 $b = 0$
 $L1 = 0$

Símbolo Lógico



Esquema Pneumático

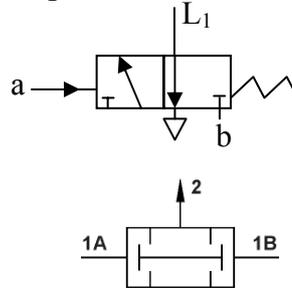


Tabela de Verdade

b	a	L ₁
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

IV.1.4. Função Lógica “OU”

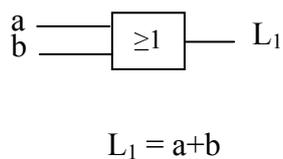
Contacto normalmente aberto (NO)

Circuito Eléctrico



$a = 0$
 $b = 0$
 $L1 = 0$

Símbolo Lógico



Esquema Pneumático

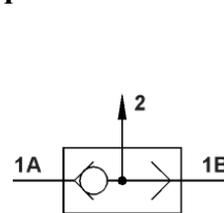


Tabela de Verdade

b	a	L ₁
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

IV.2. Simplificação de Funções

IV.2.1. Lógica combinatória

Permite-nos projectar sistemas lógicos. Muitos circuitos existem comercialmente a baixo custo, pelo que apenas devemos projectar aqueles que efectivamente não estão disponíveis.

Baseia-se na Álgebra de Boole

(George Boole: “An investigation of the Laws of Thought” - 1854).

As tabelas de verdade das operações lógicas elementares (Not, And, Or) permitem desenvolver as leis desta álgebra.

Regras da Álgebra de Boole

I	$A+B = B+A$ $A.B = B.A$	} Comutatividade
II	$A+0 = A$ $A.1 = A$	} Elemento neutro
III	$A+1 = 1$ $A.0 = 0$	} Elemento absorvente
IV	$A+\bar{A} = 1$ $A.\bar{A} = 0$	} Operação entre complementares
V	$\overline{\bar{A}} = A$	} Negação da negação
VI	$A+A.B = A$ $A.(A+B) = A$	} Absorção
VII	$\overline{A+B} = \bar{A}.\bar{B}$ $\overline{A.B} = \bar{A}+\bar{B}$	} Teoremas de DeMorgan
VIII	$A+(B+C) = (A+B)+C$ $A.(B.C) = (A.B).C$	} Ordem da operação irrelevante
IX	$A.(B+C) = A.B+A.C$ $A+(B.C) = (A+B).(A+C)$	} Distributividade

Automação Industrial I

IV.2.2. Método analítico

Com as regras da Álgebra de Boole, é sempre possível a simplificação de funções até um estado de minimização.

Exemplo:

$$S = \bar{A}.\bar{B}.C + \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.C$$

$$S = \bar{A}.\bar{B}.(C + \bar{C}) + A.\bar{B}.(C + \bar{C})$$

$$S = \bar{A}.\bar{B} + A.\bar{B} = (\bar{A} + A).\bar{B}$$

$$S = \bar{B}$$

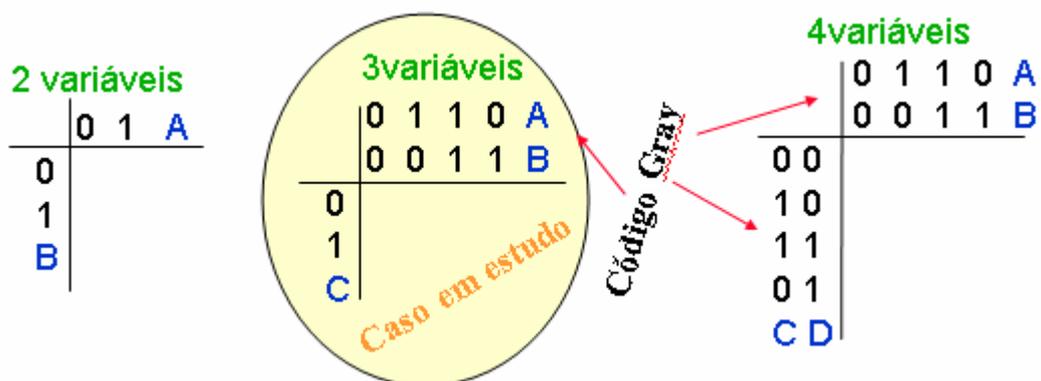
IV.2.3. Mapa de Karnaugh

Método gráfico utilizado para simplificação de equações lógicas.

Exemplo:

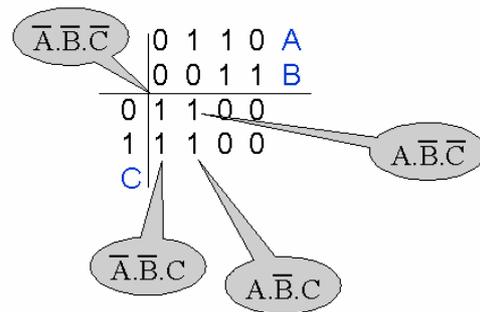
$$S = \bar{A}.\bar{B}.C + \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.C$$

1. - Formação dum mapa que apresente todos os valores possíveis das variáveis e suas combinações (arranjo em código Gray).

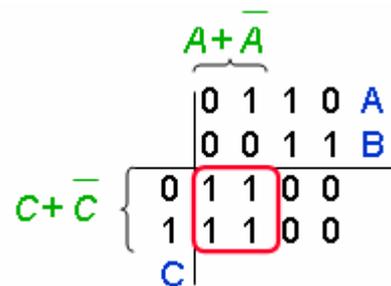


Automação Industrial I

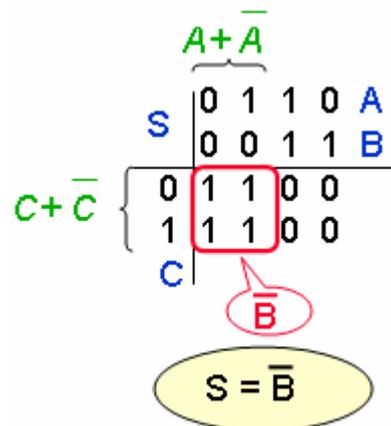
2. - Preenchimento, no mapa, das condições válidas da expressão:



3. - Associação em grupos (dos valores verdadeiros da função) onde se verifique a condição de variáveis X+ X, utilizar o número mínimo de grupos que incluam todos os valores verdadeiros da função:

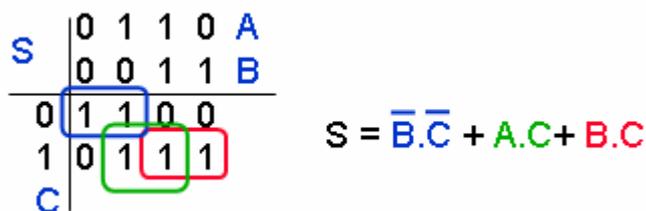


4. - Determinar o produto das variáveis que definem cada um dos grupos e somá-los, a **SOMA DE PRODUTOS**



Nota:

A análise deste segundo exemplo permite chegar à desejada SOMA DE PRODUTOS que minimiza a expressão.



Automação Industrial I

Podemos utilizar outro método denominado

PRODUTO DAS SOMAS

Neste caso:

3a - Associamos em grupos de valores falsos da função, utilizando o número mínimo de grupos possível:

$$\begin{array}{c}
 \overline{A+A} \\
 \hline
 \begin{array}{ccccc}
 & 0 & 1 & 1 & 0 & A \\
 & 0 & 0 & 1 & 1 & B \\
 \hline
 C+\overline{C} \left\{ \begin{array}{l} 0 & 1 & 1 & \boxed{0} & \boxed{0} \\ 1 & 1 & 1 & \boxed{0} & \boxed{0} \end{array} \right. \\
 C
 \end{array}
 \end{array}$$

4a - Determinamos a soma dos complementos das variáveis que definem cada um dos grupos (o inverso do produto de duas variáveis é igual à soma dos seus complementos - 2º Teorema de DeMorgan) e executamos o produto entre estas .

$$\begin{array}{c}
 \overline{A+A} \\
 \hline
 \begin{array}{ccccc}
 S & 0 & 1 & 1 & 0 & A \\
 & 0 & 0 & 1 & 1 & B \\
 \hline
 C+\overline{C} \left\{ \begin{array}{l} 0 & 1 & 1 & \boxed{0} & \boxed{0} \\ 1 & 1 & 1 & \boxed{0} & \boxed{0} \end{array} \right. \\
 C
 \end{array}
 \end{array}$$

B
S = \overline{B}

Nota:

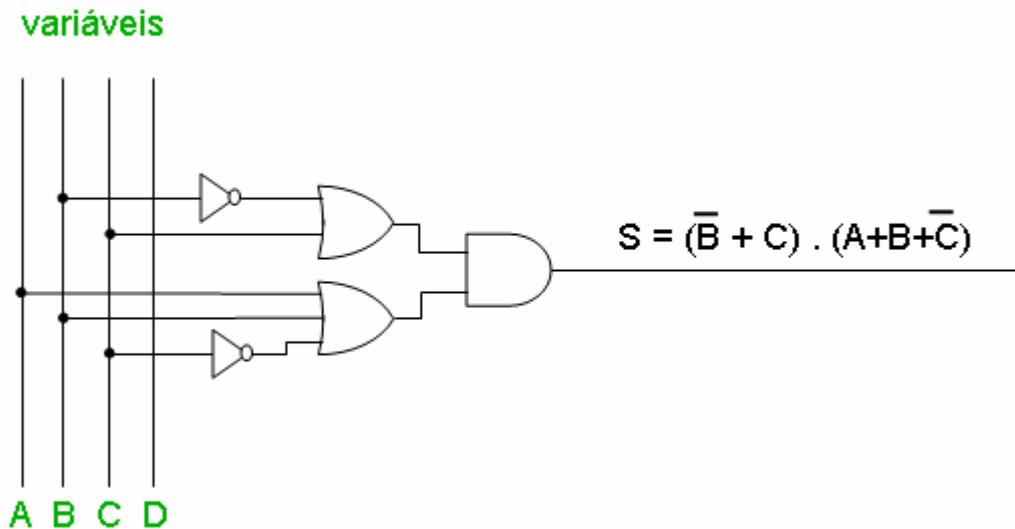
A análise deste segundo exemplo permite chegar ao desejado PRODUTO DE SOMAS que minimiza a expressão.

$$\begin{array}{c}
 S \\
 \hline
 \begin{array}{ccccc}
 & 0 & 1 & 1 & 0 & A \\
 & 0 & 0 & 1 & 1 & B \\
 \hline
 0 & 1 & 1 & \boxed{0} & \boxed{0} \\
 1 & \boxed{0} & 1 & 1 & 1 \\
 C
 \end{array}
 \end{array}$$

$$S = (\overline{B} + C) \cdot (A + B + \overline{C})$$

IV.2.4. Implementação

Uma vez determinada a expressão mínima da função, quer por métodos analíticos quer por métodos gráficos (mapa de karnough), podemos executar a sua implementação física utilizando as portas lógicas (Not, And, Nand, Or e Nor).



IV.2.5. Exercícios: Circuitos Lógicos – Simplificações

1. Simplifique as seguintes funções lógicas pelo método algébrico, para consulte a tabela de com as **Regras da Álgebra de Boole**.
 - a) $\overline{a \cdot (\bar{b} \cdot c)}$;
 - b) $\overline{(a + \bar{b}) \cdot (\bar{c} + a)}$;
 - c) $a \cdot b \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d}$;
 - d) $(a + b + \bar{c}) \cdot (a + b + \bar{c} + d)$
 - e) Represente para cada alínea o esquema pneumático.

Automação Industrial I

2. Através da tabela de verdade apresentada, simplifique cada função lógica utilizando o método de Karnaugh e represente o esquema pneumático da função simplificada.

a) $F1=?$

c b a	F1
000	1
001	0
010	0
011	0
100	1
101	1
110	0
111	0

b)

$F2=?$ (soma dos produtos) ;

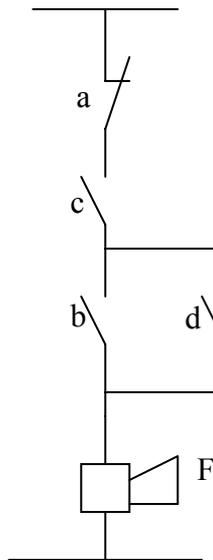
$F2=?$ (produtos das somas)

d c b a	F2
0000	1
0001	1
0010	1
0011	0
0100	0
0101	1
0110	0
0111	0
1000	1
1001	1
1010	1
1011	0
1100	0
1101	1
1110	0
1111	0

$F2=?$ (soma dos produtos) ;

$F2=?$ (produtos das somas)

3. Dado o circuito eléctrico, transforme-o num circuito lógico.



4. Converta a seguinte equação num circuito eléctrico e depois num circuito lógico.

a) $F1 = (a+\bar{b}).c+d$

IV.3. Laboratório n.º 1 – Portas lógicas

Dados os exercícios 3 e 4 “Circuitos Lógicos – Simplificações”, pretende construir um sistema lógico capaz de activar/desactivar um dado aparelho. Para isso, o grupo deve primeiro fazer a resolução das perguntas e depois montar o respectivo numa placa breadboard.

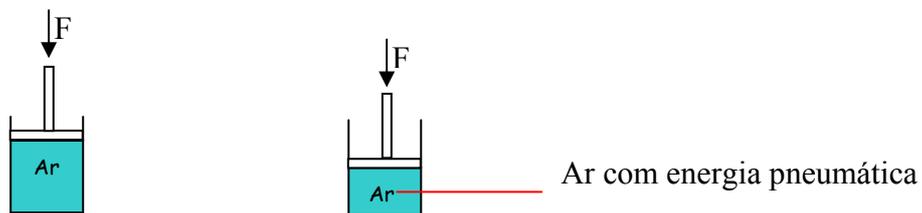
Devem entregarem um relatório escrito citando os seguintes pontos:

- Capa (Nome da Escola; Curso e Ano Escolar; Ano Lectivo; Nome da disciplina; Tema; Nome do Docente; Nome dos Alunos e Números);
- Objectivos do trabalho;
- Procedimento;
- Resolução dos exercícios;
- Resultados;
- Tabelas de verdade;
- Conclusão;
- Bibliografia;
- Anexos (características dos componentes).

V. Sistemas Pneumáticos e Hidráulicos

A Pneumática trata-se de uma técnica de ar comprimido.

- tem origem na compressão de uma quantidade de ar num reservatório que está sob pressão;
- é usado como fonte de energia na actuação de motores hidráulicos (movimento rotativo) e de cilindros pneumáticos (movimento linear) ;
- para o controlo de automatismos.



Na escolha da tecnologia, deve-se ter em consideração:

- Potência envolvida e requerida;
- A precisão do movimento;
- A forma do movimento (linear ou rotativo);
- O custo da solução.

V.1. Energia Hidráulica

Vantagens:

- Transmitem energias elevadas com alto rendimento (devido ao carácter não compressível do óleo);
- Elevada precisão no movimento (devido ao carácter não compressível do óleo)

Desvantagens:

- Infra-estrutura é cara e pesada;
- Sistema em circuito fechado, existência de bombas e filtros de óleo;
- Componentes muito robustos, devido às elevadas pressões em jogo.

Automação Industrial I

V.1.1. Componentes principais em hidráulica

Conversão de energia:

- Conversão da energia mecânica em hidráulica (bombas);
- Conversão da energia hidráulica em mecânica (motores → movimento de rotação; cilindros → movimento linear).

Transmissão de energia:

Condicionam o movimento de óleo – tubos, mangueiras, filtros, aquecedores, arrefecedores;

Controlo de energia:

Conjunto de válvulas necessárias para o redireccionamento de energia;

Cilindros:

São do mesmo tipo dos pneumáticos.

- Grandezas nominais para especificação:
 - diâmetro do êmbolo;
 - diâmetro da haste;
 - curso.

V.1.2. Bombas e motores hidráulicos

Conversores de energia:

Bombas → “aspirar” fluido de uma fonte para o destino;

→ caudal aspirado, depende da cilindrada da bomba;

→ pressão, depende das forças de oposição no movimento do fluido, atritos mecânicos e viscosos.

Motores → transformam energia hidráulica em movimento de rotação;

→ velocidade de rotação, depende do caudal do fluido;

→ o binário, depende da pressão do fluido.

Grandezas nominais:

Automação Industrial I

Cilindrada → volume de fluido expelido ou absorvido por cada rotação do veio (cm^3/rot).

$$Q = n.C \quad ; \quad p = \frac{M}{C}$$

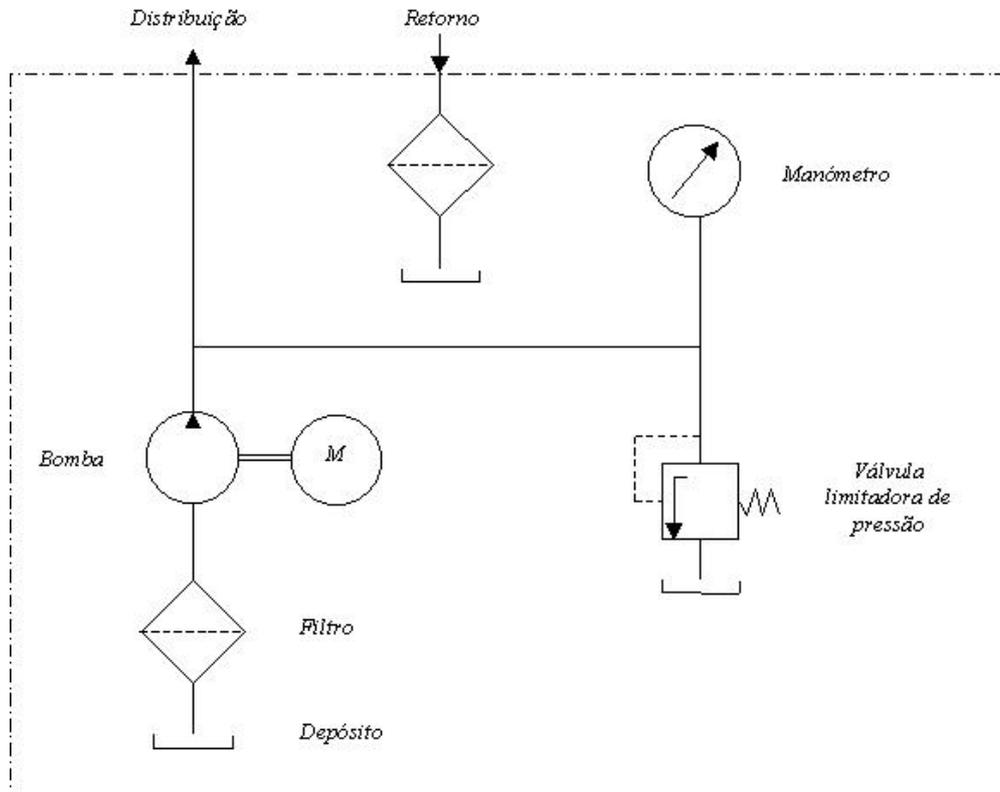
em que:

Q – Caudal
C – Cilindrada
n – Velocidade de rotação
p – Pressão
M – Binário

V.1.3. Estrutura de uma instalação hidráulica

Uma instalação hidráulica é constituída por um depósito de óleo, uma bomba hidráulica geradora de pressão, uma instalação de distribuição (com tubagens e órgãos de ligação), órgãos auxiliares (filtro, manómetro, diversos tipos de válvulas, etc.), órgãos de comando e de accionamento.

A constituição de uma central hidráulica pode ser representada por um esquema, como o seguinte.



O motor eléctrico acciona a bomba hidráulica, que aspira o óleo do depósito. Antes de entrar na bomba, o óleo passa por um filtro que protege a bomba de corpos estranhos (filtro de aspiração). À saída da bomba, o óleo passa por uma válvula limitadora de pressão (válvula de segurança) e por um manómetro que indica o valor da pressão. Em seguida, o óleo é distribuído através da canalização.

O óleo pode ser contaminado por partículas resultante da abrasão nos diversos componentes da instalação, por pó e sujidade do ar. Para prevenir a deterioração da instalação, estes elementos devem ser filtrados. Por isso, no retorno, o óleo passa por outro filtro (filtro de retorno).

O óleo é introduzido no depósito por um orifício normalmente tapado por um tampão de enchimento, mas que permite trocas de ar com o exterior do depósito, para garantir a pressão atmosférica na camada de ar existente no interior.

V.2. Energia Pneumática

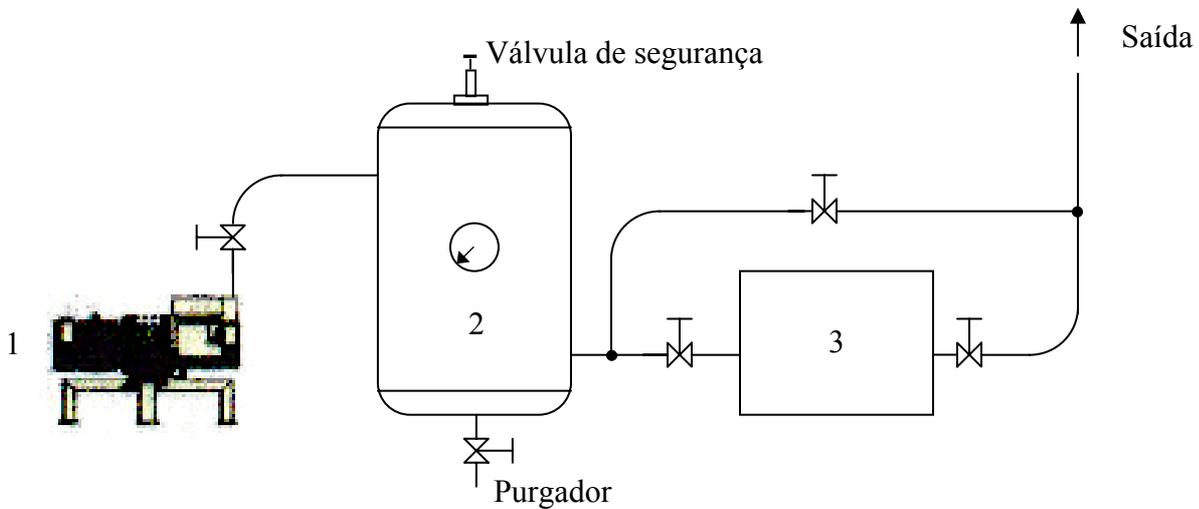
Vantagens:

- Sistema em circuito aberto;
- Limpa;
- Não existe perigo de explosão;
- Disponível;
- Custos energéticos médios;
- É acumulável (reservatório da central de ar comprimido).

Desvantagens:

- Transporte é caro (por tubagens);
- Forças não muito elevadas;
- Precisão de movimento, baixos;
- Velocidade de sinal é baixa;
- Ruído de escape do ar.

V.3. Central de Ar Comprimido

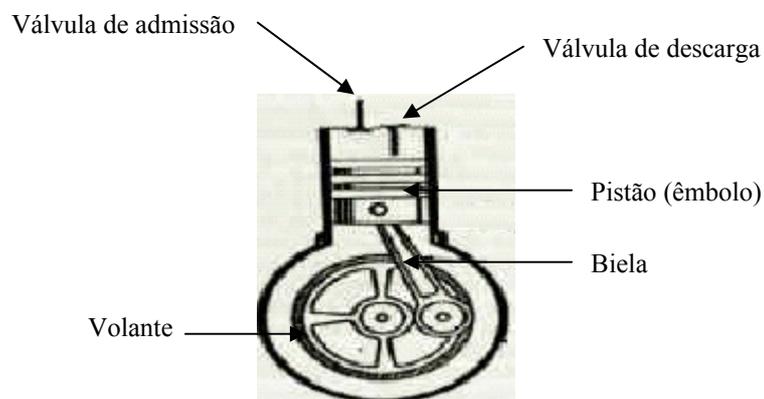


1. Compressor;
2. Reservatório;
3. Secador;
4. Distribuição.

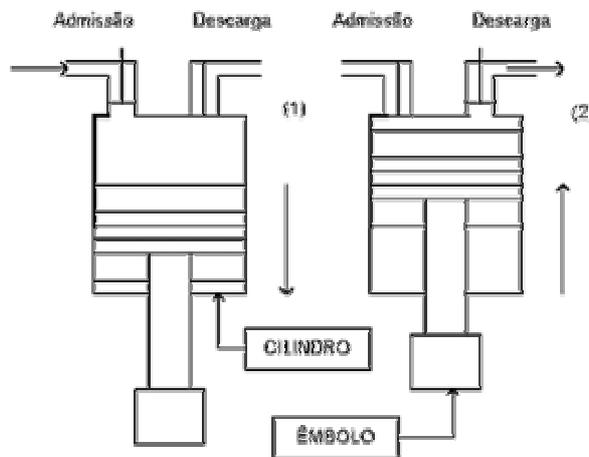
V.3.1. Compressor

V.3.1.1. Embolo alternativo

É o tipo de compressor que comprime o ar, com um sistema parecido com um pistão de carro. Por isso o nível de ruído é mais elevado, com maior desgaste das peças (menor ciclo de vida) e necessidade de maior consumo de energia para executar o trabalho.



V.3.1.2. Ciclo de compressão



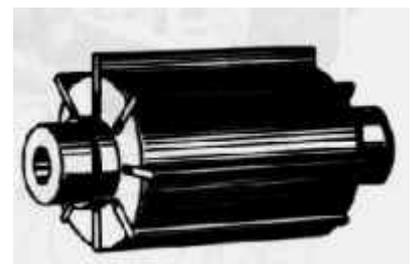
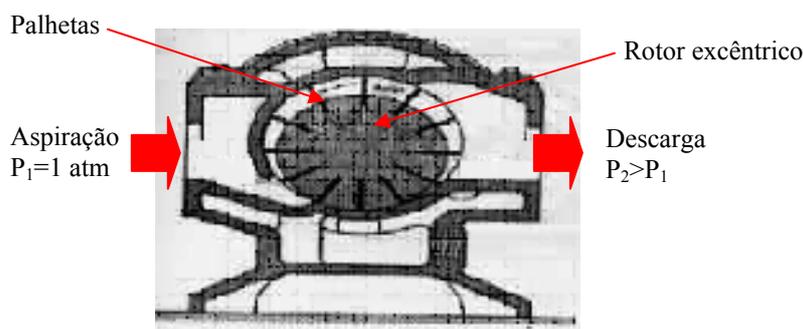
O compressor possui dois tempos, (1) Expansão e (2) Compressão. No tempo de expansão admite-se o Gás Natural pela válvula de admissão (1) que deve estar aberta. Em seguida esta válvula se fecha e inicia-se a compressão. (subida do pistão) ao término da compressão (2), a válvula de descarga é aberta para dar a saída ao gás comprimido. Este processo pode ser repetido em múltiplos ciclos o que permite elevar cada vez mais a pressão de descarga.

V.3.1.3. Rotativo

É aquele cujos componentes exercem entre si um baixíssimo atrito para executar a função, proporcionando menor nível de ruído e máxima eficiência energética, isto é, reduzido consumo de energia.

V.3.1.4. Compressor de palhetas

O compressor de palhetas possui um rotor ou tambor central que gira excêntrica em relação à carcaça. Esse tambor possui rasgos radiais que se prolongam por todo o seu comprimento e nos quais são inseridas palhetas retangulares. Devido à excentricidade do rotor e às posições das aberturas de aspiração e descarga, os espaços constituídos entre as palhetas vão reduzindo de modo a provocar a compressão progressiva do gás.



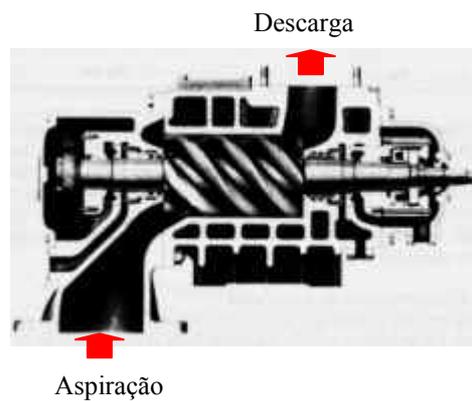
Automação Industrial I

V.3.1.5. Parafuso

Este tipo de compressor possui dois rotores em forma de parafuso que giram em sentido contrário, mantendo entre si uma condição de engrenagem.

A conexão do compressor com o sistema faz-se através das aberturas de sucção e descarga, opostas. Onde o gás penetra pela abertura de aspiração e ocupa os intervalos entre os filamentos do rotor, a partir do momento que há a engrenagem do filamento o gás fica contido entre as paredes do rotor e as paredes da carcaça.

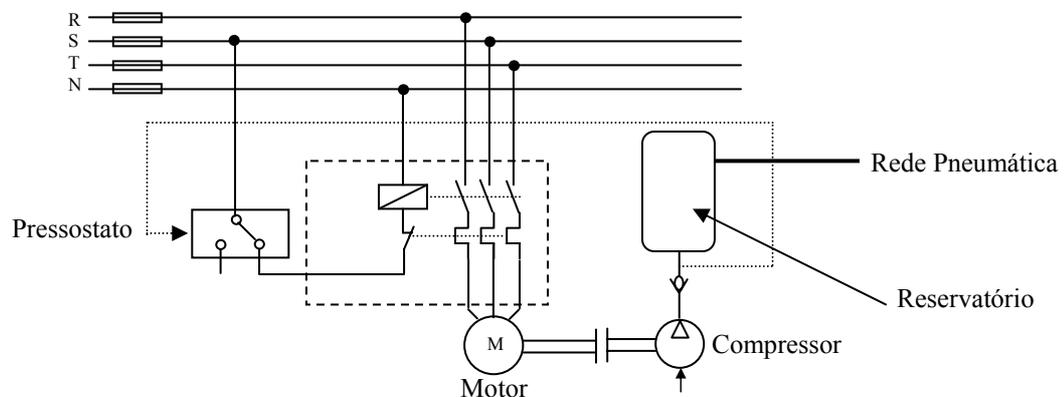
A rotação faz então da engrenagem reduz o espaçamento do gás entre os filamentos, provocando, assim o aumento de pressão.



Escolha dos compressores:

- Pressão desejada;
- Caudal de ar fornecido.

V.3.1.6. Esquema eléctrico de arranque e paragem do motor



V.3.2. Reservatório

Serve para:

- Acumular e estabilizar a pressão da rede e ainda compensar os picos de consumo;
- Arrefecer o ar comprimido (necessário purgar compressor).

V.3.2.1. Cálculo de água em sistemas pneumáticos

1. Estando o ambiente a 40% de humidade relativa e a 15°C, encheu-se um depósito de 6m³ à pressão de 8bar e supondo que o ar do depósito ficou a 25°C. Calcule a quantidade de água formada num depósito.

Resolução:

$$V = 6\text{m}^3;$$

Ver tabela de humidade do ar:

$$15^\circ\text{C} \rightarrow 12\text{g/m}^3;$$

$$25^\circ\text{C} \rightarrow 22\text{g/m}^3;$$

$$\text{hr}=40\% \text{ a } 15^\circ\text{C} (=) V_{15^\circ\text{C}}=12*0.40=4.8\text{g/m}^3$$

Deposito

$$6*8=48+6=54\text{m}^3$$

$$\text{Quantidade de água vaporizada entrada} = 54\text{m}^3 * 4.8\text{g/m}^3 = 259\text{g}$$

$$\text{Dentro do depósito hr}=100\% \text{ a } 25^\circ\text{C} \text{ temos } 6\text{m}^3 (=) V_{25^\circ\text{C}}=22\text{g/m}^3 * 6\text{m}^3=132\text{g}$$

$$\text{Quantidade de água formada dentro do depósito} = 259-132=127\text{g}$$

2. Numa instalação de ar comprimido temos 8 cilindros, 32mm diâmetro e todos de 100mm de curso. Supondo que todos os cilindros duplo efeito fazem 18 ciclos por minuto. Calcular a quantidade de água que tem de purgar em cada 8h de funcionamento da máquina. A instalação funciona a 6bar, o ambiente está a 50% e 20°C.

Resolução:

8 cilindros; $\Theta = 32\text{mm}$; $L = 100\text{mm}$ (curso); 18 ciclos/minuto; 8 horas de funcionamento; 6bar; Ambiente 20°C, hr =50%

Ver tabela de humidade do ar $\rightarrow 20^\circ\text{C} \text{ --- } 15\text{g/m}^3$

$$\text{Volume de cada cilindro} = \pi * r^2 * L = 3.14 * 16^2 * 100 = 80424\text{mm}^3$$

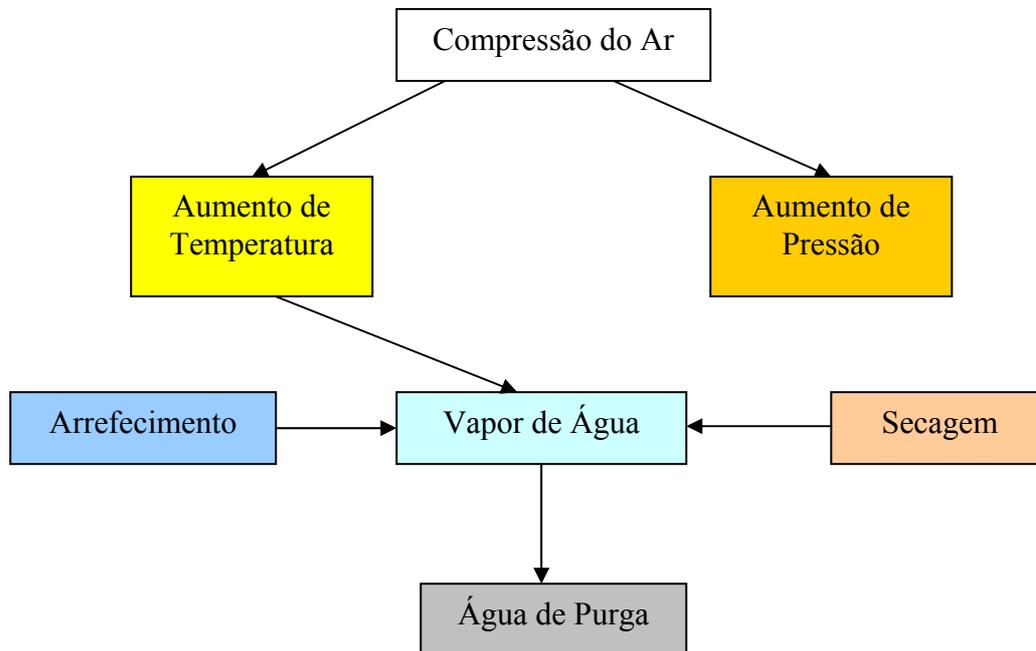
$$\text{Volume de ar a 6bar gasto em cada ciclo} = \text{câmara} * \text{volume} * \text{n.º cilindros} = 2 * 80424 * 8 = 1286784\text{mm}^3$$

$$\text{Volume de ar a 6 bar gasto por hora} = 18\text{ciclos} * 60\text{min} * 1286784 = 1389726720\text{mm}^3 = 1.39\text{m}^3$$

$$\text{Em 8 horas} = 1.39 * 8 = 11.12\text{m}^3 \text{ a } 6\text{bares}$$

$$\text{Ar aspirado em 8 horas} = 6 \text{ bar} * 11.12 = 66.72\text{m}^3$$

V.3.3. Secador



Secagem por absorção

O ar passa através de um produto de secagem, o qual absorve vapor de água. Purgar a água e o filtro.

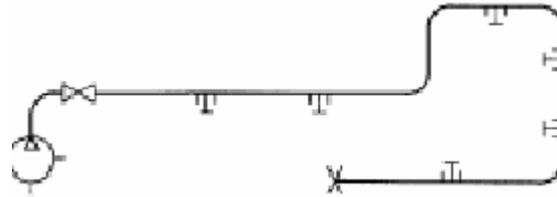
Secagem a frio

Instalação de refrigeração para arrefecer o ar a uma temperatura 2°C; elimina-se água condensada.

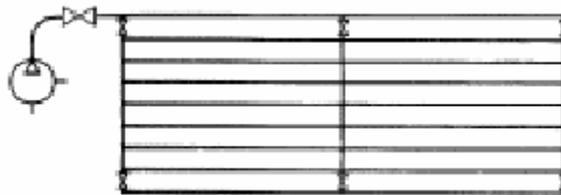
Automação Industrial I

V.3.4. Distribuição

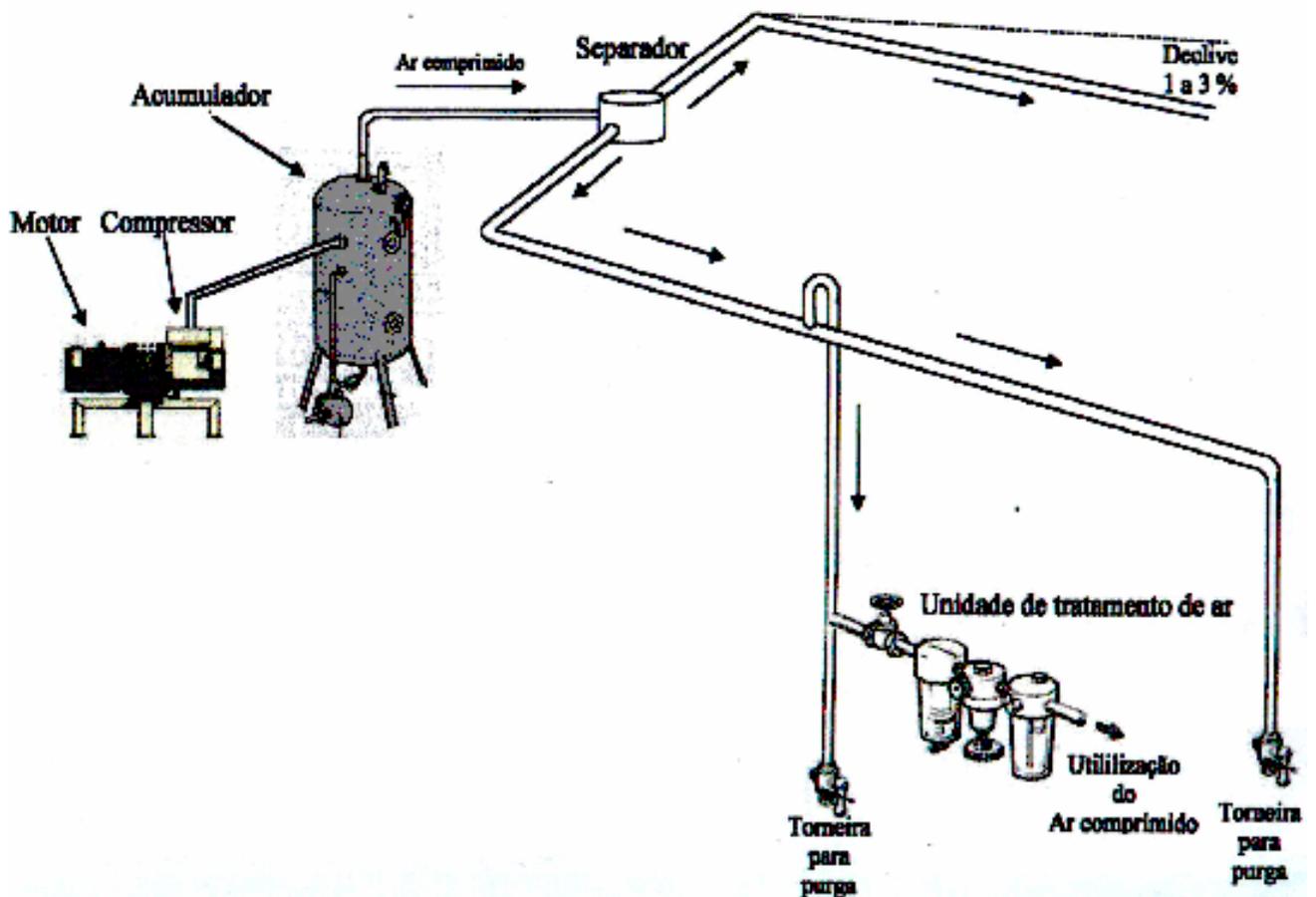
- **Linha aberta:** Para tubagens de longitude não muito elevada.



- **Linha fechada:** Para tubagens de longitude elevada. Evita grandes perdas de pressão.

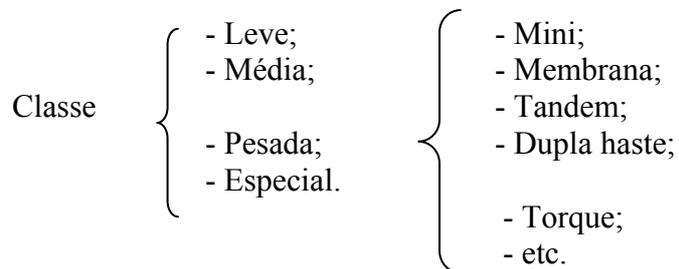
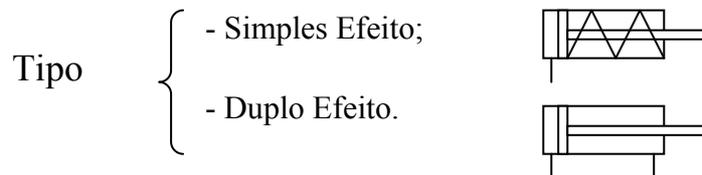
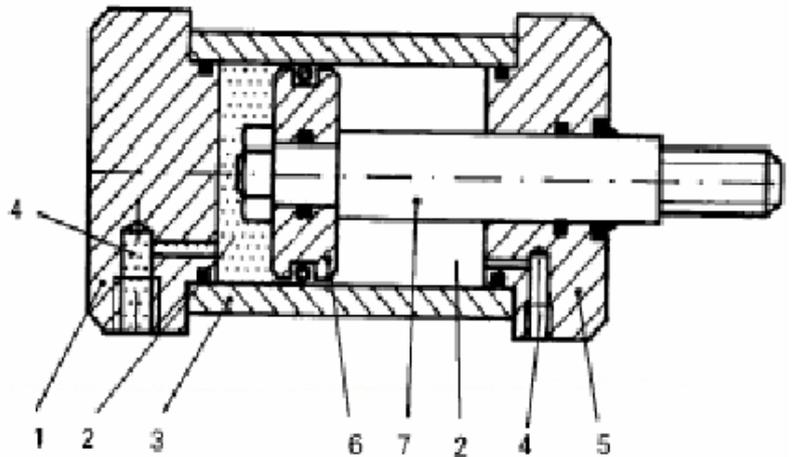


Esquema geral

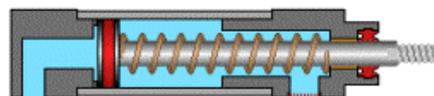
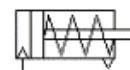


V.4. Cilindros Pneumáticos

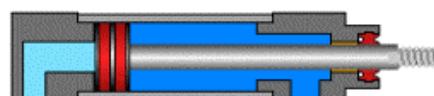
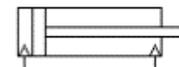
- 1- Tampa traseira
- 2- Câmaras
- 3-Tubo ou camisa
- 4- Vias
- 5- Tampa dianteira
- 6 - Êmbolo
- 7 - Haste



→Cilindros de simples efeito

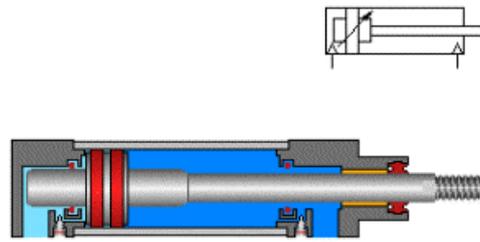


→Cilindro de duplo efeito

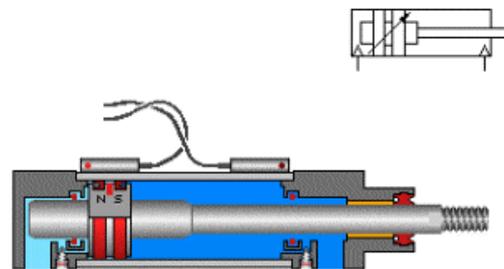


Automação Industrial I

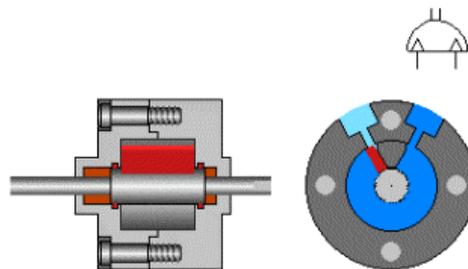
→ Cilindro de duplo efeito com amortecimento



→ Cilindro de duplo efeito com amortecimento e posição magnética



→ Cilindro rotativo



Formulário: Força - Pressão

$$F = P \cdot A_{\text{embolo}} - F_{\text{mola}} \text{ [N]}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \pi \cdot r^2 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P = \frac{F}{A} \text{ [N/m}^2\text{] ou [Pa]}$$

Automação Industrial I

V.5. Válvulas

As válvulas são elementos emissores de sinais e de comando que têm a capacidade de influenciar o processo de trabalho.

- Aplicação nos comandos pneumáticos como elementos geradores de sinais, elementos de comando, elementos de posicionamento e controlo à passagem, a interrupção e o sentido do ar comprimido.

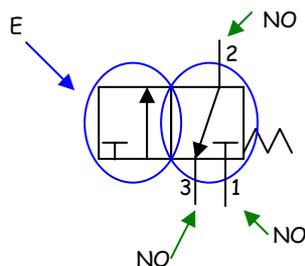
Número Estados $\left\{ \begin{array}{l} . 2 \text{ estados;} \\ . 3 \text{ estados.} \end{array} \right.$

Número Orifícios $\left\{ \begin{array}{l} . 2 \text{ orifícios;} \\ . 3 \text{ orifícios;} \\ . 4 \text{ orifícios;} \\ . 5 \text{ orifícios.} \end{array} \right.$

V.5.1. Identificação das ligações das válvulas

Função	Caracteres	Dígitos
Vias para utilização (saídas)	A,B,C,D,...	2,4,6,...
Linhas de alimentação (entrada)	P	1
Escapes (exaustão)	R,S,T	3,5,7,...
Linhas de comando	X,Y,Z	12,14,16

Exemplo: Válvula 3/2 monoestável



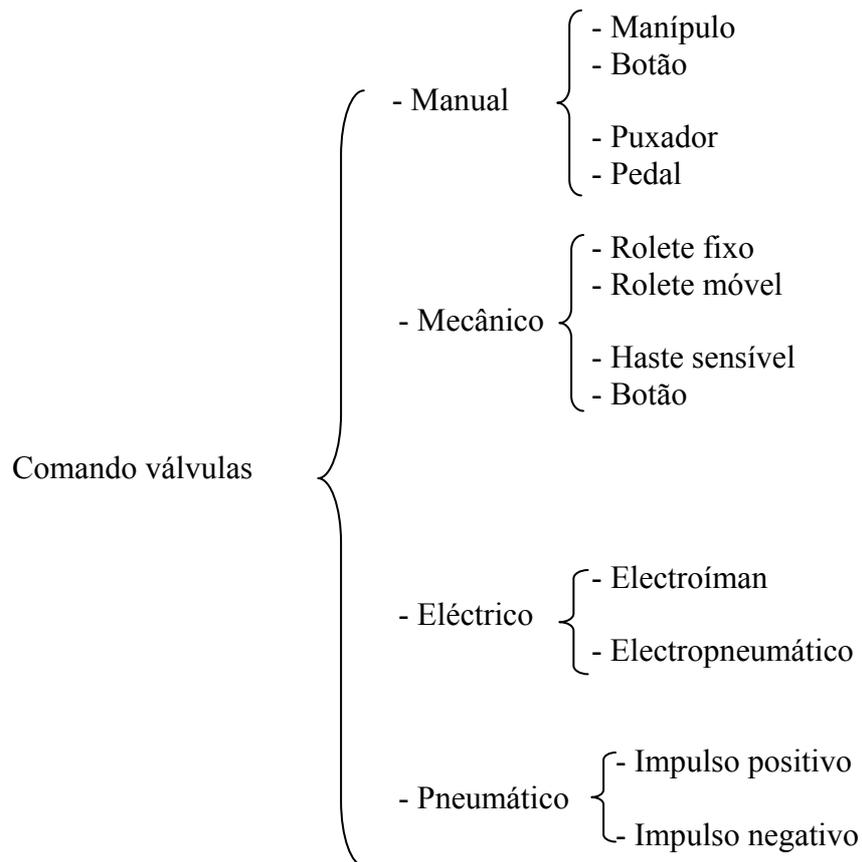
NO – número de orifícios;
(NO = 3 orifícios)

E – número de estados;
(E = 2 estados)

$\wedge \wedge$ - monoestável

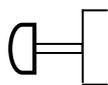
V.5.2. Tipos de Accionamentos das Válvulas

- Para comutação entre as posições de ligação de ligação das válvulas direccionais.



Automação Industrial I

Manual



Botão



Manipulo



Puxador

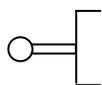


Pedal

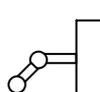
Mecânico



Pino



Rolete fixo



Rolete móvel



Mola

Pneumático



Directo



Mola de ar



Embolo diferencial

Eléctricos



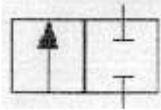
Solenóide



Solenóide com embolo diferencial

V.5.3. Válvulas Direccionais

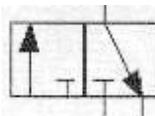
As válvulas direccionais têm como principal função poder alterar a topologia do circuito, isto é, a possibilidade de modificar o sentido de circulação do fluido no circuito.



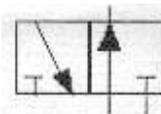
Válvula direccional 2/2 NF



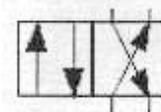
Válvula direccional 2/2 NA



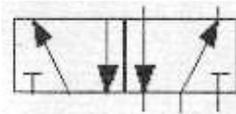
Válvula direccional 3/2 NF



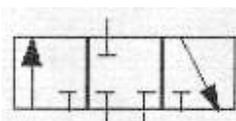
Válvula direccional 3/2 NA



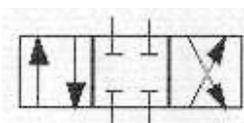
Válvula direccional 4/2



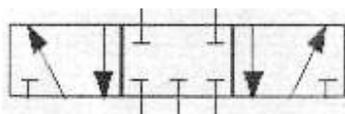
Válvula direccional 5/2



Válvula direccional 3/3, centro fechado



Válvula direccional 4/3, centro fechado

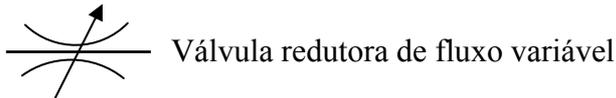
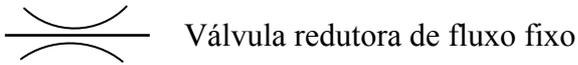


Válvula direccional 5/3, centro fechado

Automação Industrial I

V.5.4. Válvulas de Fluxo

São válvulas reguladoras de caudal, utilizadas para criar uma resistência à passagem de caudal, originando deste modo, uma queda de pressão no sentido de passagem do ar comprimido.



V.5.5. Válvulas de Bloqueio

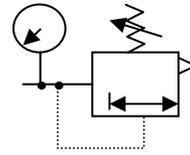
Este tipo de válvulas tem como função bloquear a passagem do ar, num só sentido permitindo assim a passagem livre na direcção contrária. A pressão do lado da entrada actua sobre o elemento vedante permitindo uma perfeita vedação da válvula.

	Válvula "OU"		
	Válvula "E"		
	Válvula escape rápido		
	Válvula reguladora de fluxo		
	Válvula retenção		

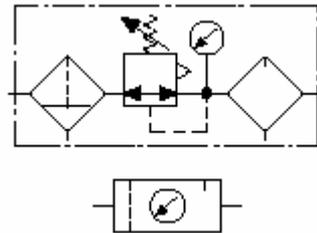
Automação Industrial I

V.5.5.1. Válvulas reguladora de pressão

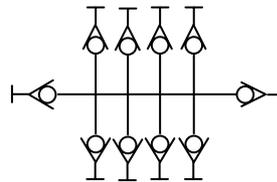
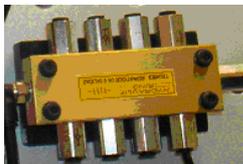
A válvula reguladora de pressão, tem como principal tarefa manter constante a pressão de trabalho, isto é, garantir que a pressão ajustada no manómetro seja transmitida sem variações aos elementos de trabalho ou às válvulas, mesmo quando exista oscilações na rede.



Unidade de tratamento



Repartidor de 9 saídas



Válvula de fecho



Silenciadores

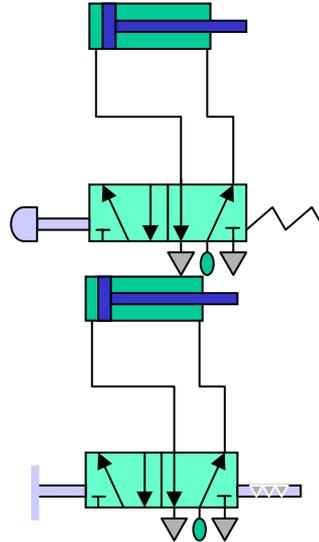


T's

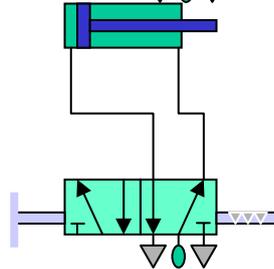


V.6. Trabalhos Laboratoriais – Informativos

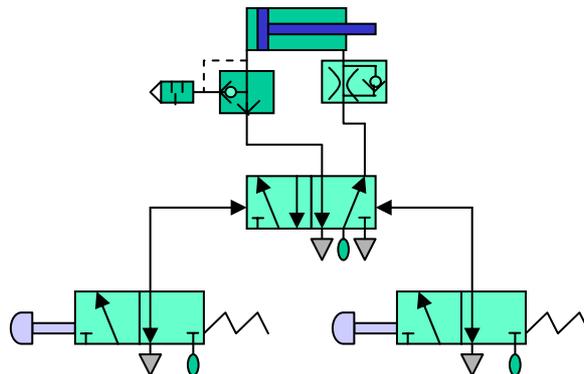
1.ºDispositivo simples para curvar



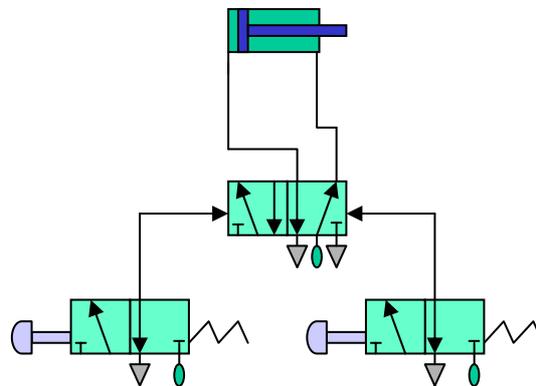
2.ºMontagem de peças



3.ºDispositivo de estampagem de cintos de couro

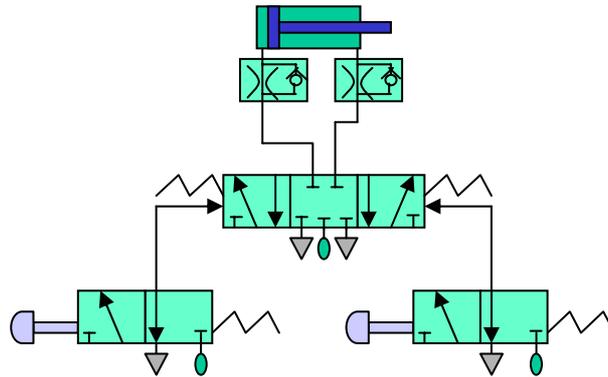


4.ºFixação de pinos

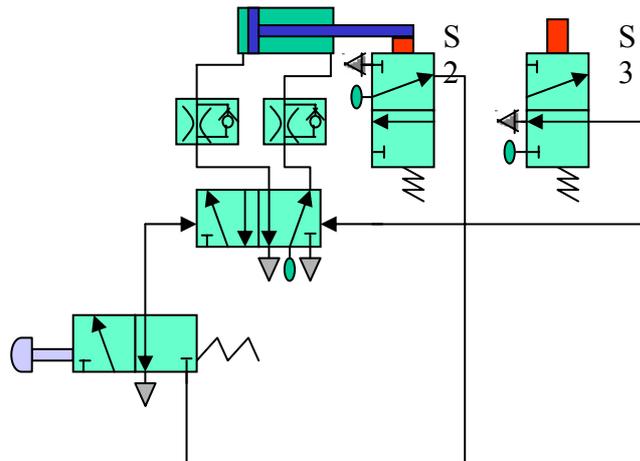


Automação Industrial I

5.º Comando “ STOP ” de cilindros de duplo efeito

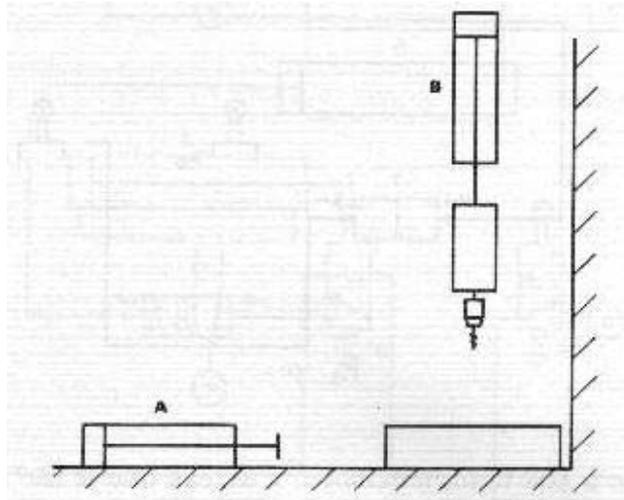


6.º Dispositivo de carimbar



V.7. Laboratório de avaliação n.º2 – Pneumática

Pretende-se construir um sistema pneumático para controlar o seguinte processo.



Sabendo:

A figura representa um furador isolado do exterior, onde é exigido toda a segurança do sistema.

Existe uma porta de acesso que quando aberta deve fazer recuar o cilindro B, assim para que o cilindro B avance a porta deve estar fechada.

Deve existir um botão para activar/desactivar o cilindro A (S1).

No caso do cilindro B só deve avançar depois de activado o botão do cilindro A (S1) e quando activar o botão de avanço do cilindro B (S2).

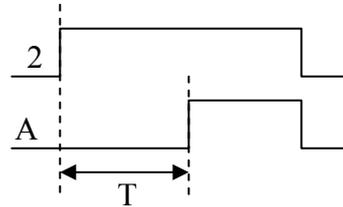
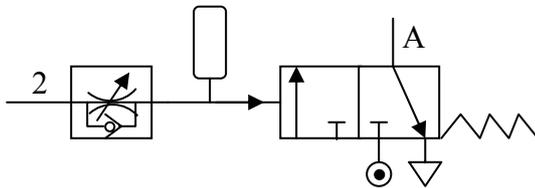
Para fazer a recolha do cilindro B, basta desactivar o botão (S2).

Desenhe o sistema pneumático e implemente-o na banda de pneumática.

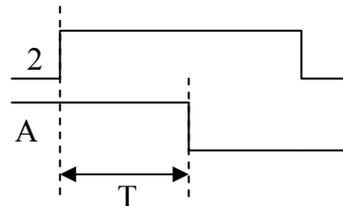
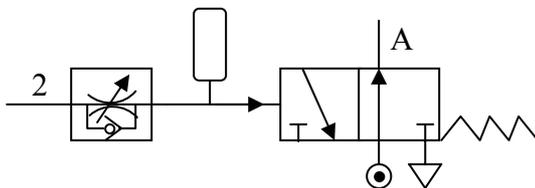
V.8. Temporizadores Pneumáticos

3. Temporizadores ao Trabalho

3.1. Inicialmente fechado

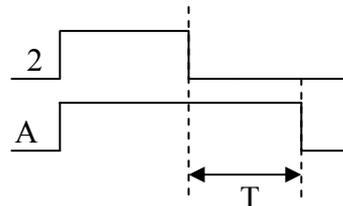
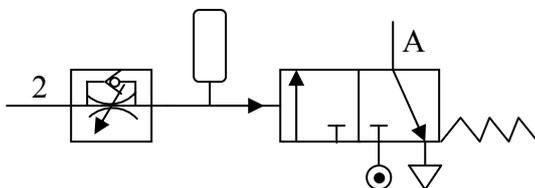


3.2. Inicialmente abertos

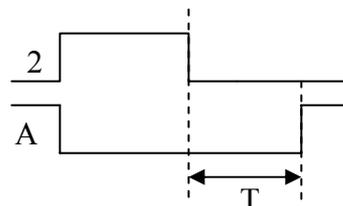
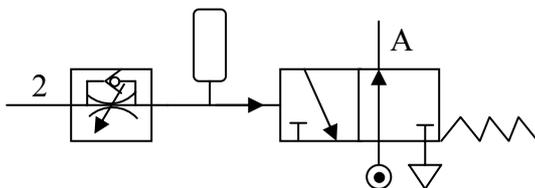


4. Temporizador ao Repouso

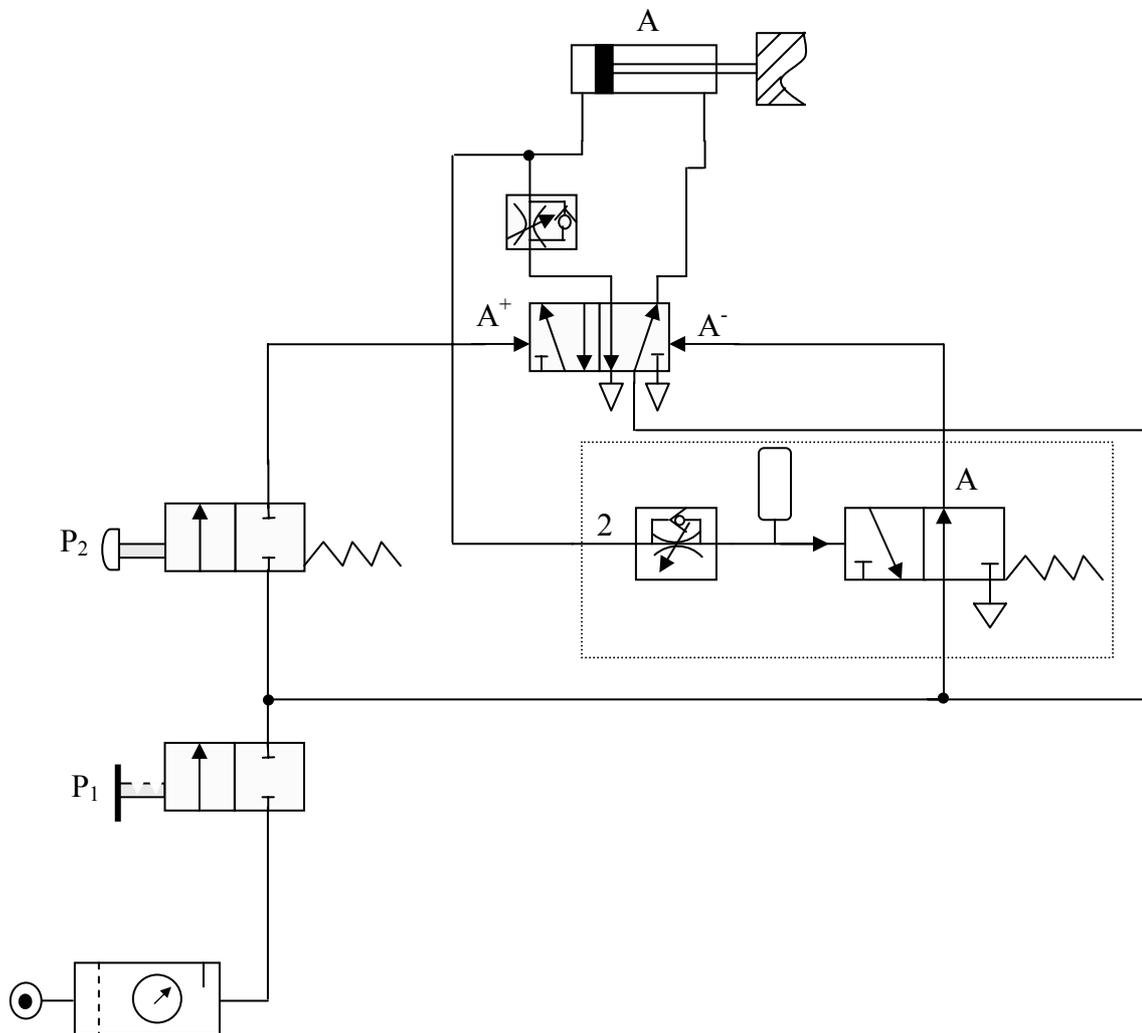
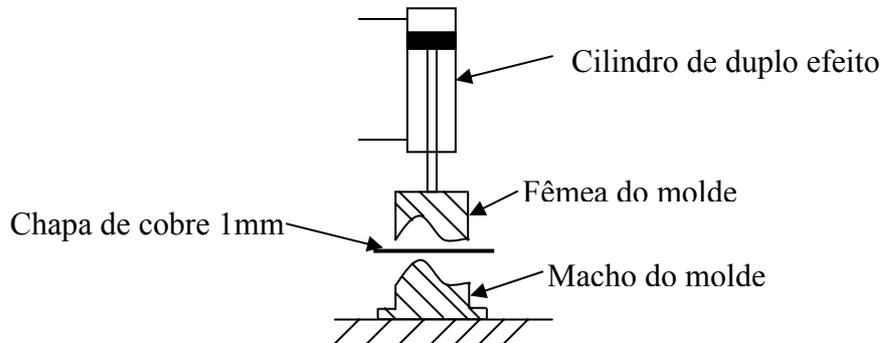
4.1. Inicialmente fechado



4.2. Inicialmente aberto



V.8.1. Exemplo de um circuito semi-automático de estampagem



VI. Método sequencial

VI.1. Ciclos Pneumáticos --- Diagramas de funcionamento

- Permite projectar e construir dispositivos automáticos:
 - Eléctricos;
 - Pneumáticos;
 - Hidráulicos.

Elementos passivos:

- se está associado a outro elemento e não toma parte em outra equação;
- numa equação tem de existir pelo menos um elemento activo.

Elementos activos:

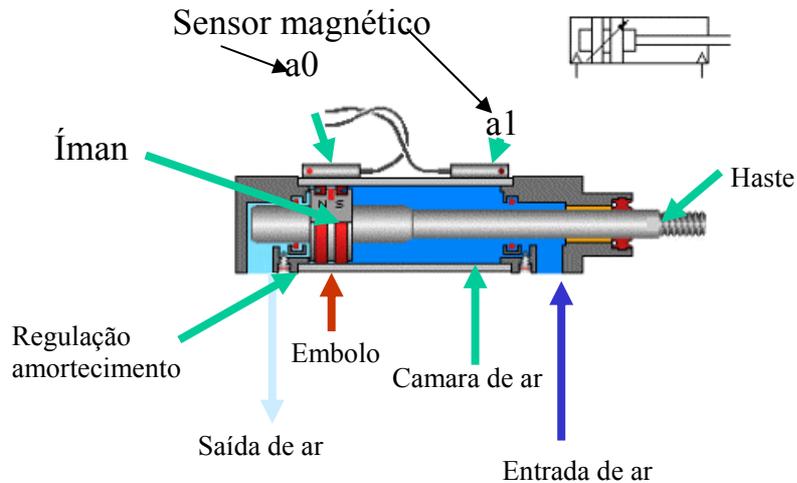
- tem que ter fonte de pressão.

VI.1.1. Etapas de Construção Diagrama de Funcionamento

- 1.º Definição do ciclo;
- 2.º Construção das colunas e linhas;
- 3.º Desenho do movimento dos cilindros;
- 4.º Identificação dos estados lógicos;
- 5.º Verificação de conflitos;
- 6.º Memórias;
- 7.º Sensores ;
- 8.º Actuadores;
- 9.º Obtenção das equações.

Automação Industrial I

VI.1.2. Cilindro de efeito duplo com amortecimento e posição magnética



VI.1.3. Exemplo: Ciclo: (A⁺ A⁻)

1.º fazer a legenda de:

*Posições do cilindro → A⁺ ; A⁻

*Sensores / fins-de-curso → a0 ; a1

*Botões de comando → St

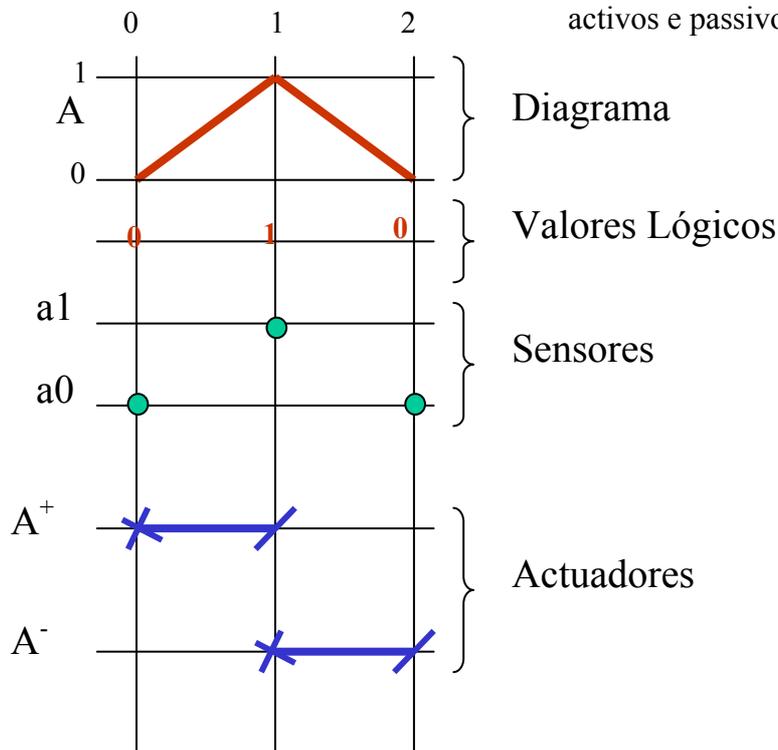
Nota:

A⁺ → avanço

A⁻ → recuo

2.º Construir o diagrama de funcionamento

3.º Tirar as equações gerais e os elementos activos e passivos



Equações:

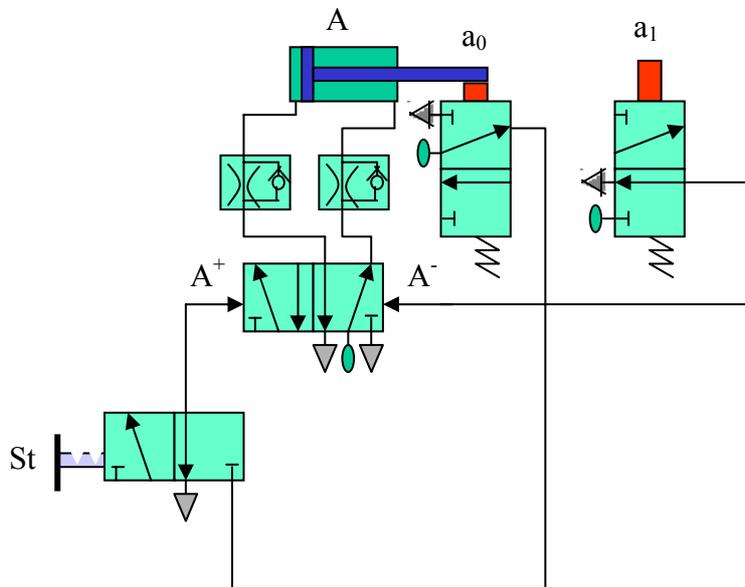
$$A^+ = a0.St$$

$$A^- = a1$$

Activos: a0;a1

Passivos: St

4. Esquema Pneumático – Ciclo: A+A-

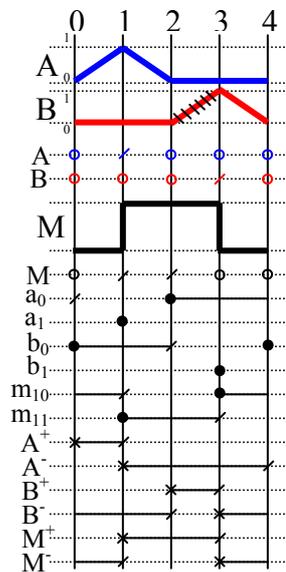


Automação Industrial I

VI.1.4. Exercícios 1: Conflito no avanço do cilindro B

Ciclo: $A^+A^-B^+B^-$

Resolução:



Conflito: 0 ou 4 com 2

Equações:

$$A^+ = st.b_0.m_{10}$$

$$A^- = a_1$$

$$B^+ = a_0.m_{11}$$

$$B^- = b_1$$

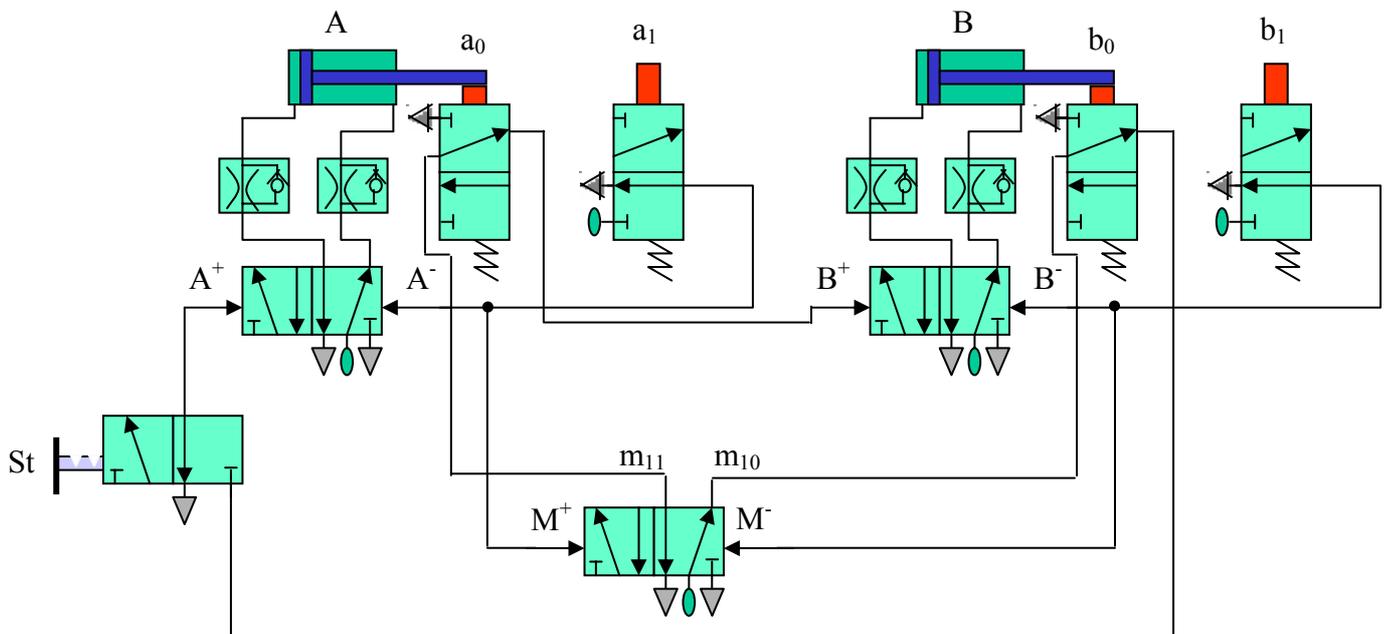
$$M^+ = a_1$$

$$M^- = b_1$$

Elementos:

- Activos: a₁; b₁; m₁₁; m₁₀.
- Passivos: a₀; b₀; st.

Esquema Pneumático

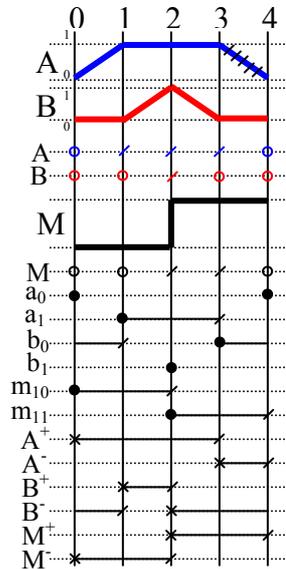


Automação Industrial I

VI.1.5. Exercícios 2: Conflito no recuo do cilindro B

Ciclo: $A^+ B^+ B^- A^-$

Resolução:



Conflito: 1 com 3

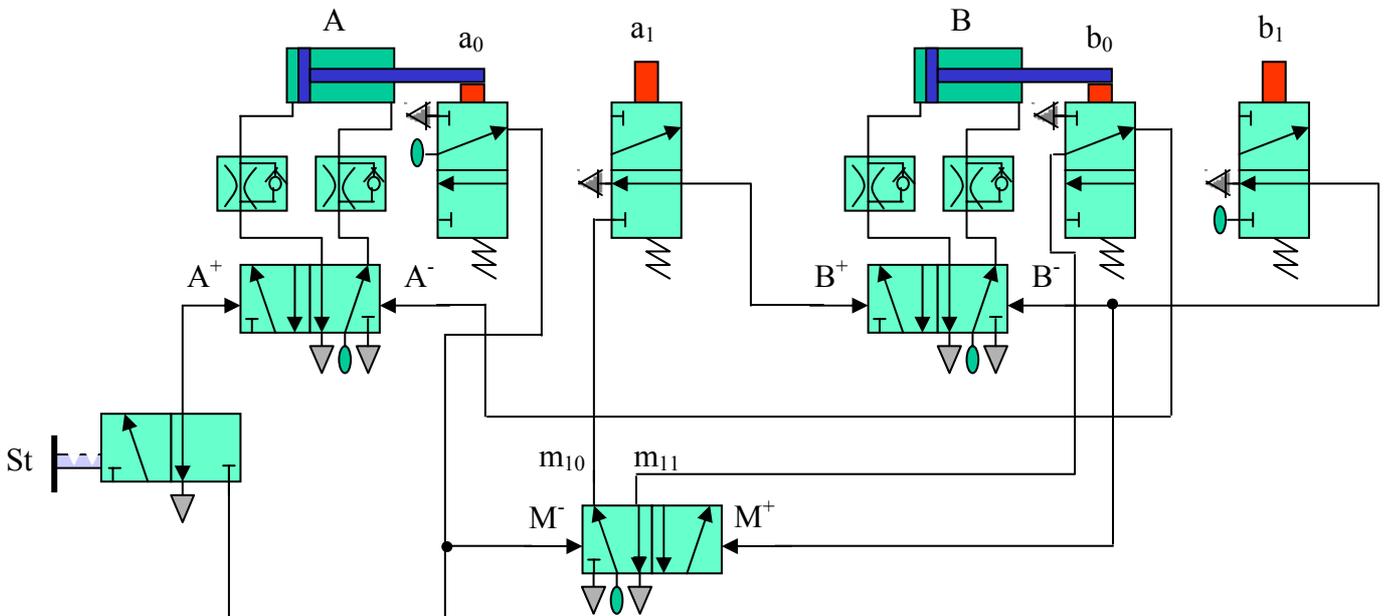
Equações:

$$\begin{aligned} A^+ &= st.a_0 \\ A^- &= b_0.m_{11} \\ B^+ &= a_1.m_{10} \\ B^- &= b_1 \\ M^+ &= b_1 \\ M^- &= a_0 \end{aligned}$$

Elementos:

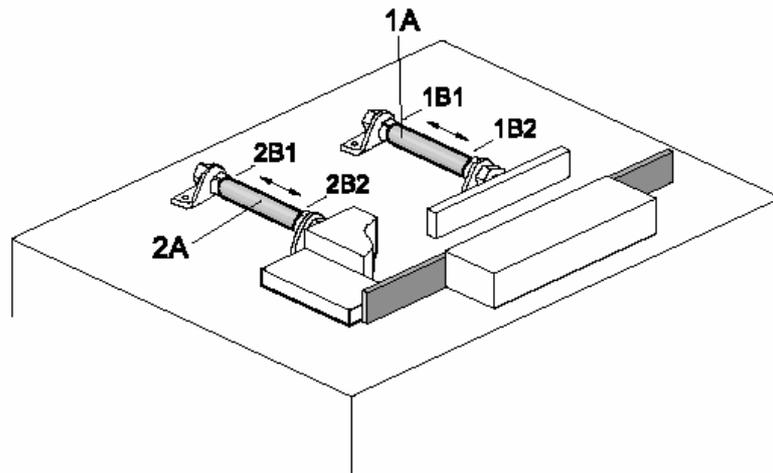
- Activos: a_0 ; b_1 ; m_{11} ; m_{10} .
- Passivos: a_1 ; b_0 ; st .

Esquema Pneumático



VI.1.6. Laboratório de avaliação n.º3 – Diagramas de funcionamento

1- Dispositivo de estampagem de chapas zinco



Funcionamento:

Coloca-se manualmente uma chapa de zinco no dispositivo, ver figura.

Accionamento por pedal, onde a haste do cilindro 1 A avança e depois avança a haste do cilindro 2 A, estampando a chapa.

A recolha deve ser feita automaticamente, desde que 2B2 seja activado e deve seguir a seguinte ordem: primeiro recua o cilindro 2 A e então quando 2B1 estiver activado recua o cilindro 1 A.

Actividades obrigatórias:

O grupo deve apresentar o trabalho em relatório, descrevendo todas as etapas seguidas para o funcionamento do dispositivo. Para isso, devem obter primeiro o ciclo pneumático e depois o diagrama de funcionamento, as equações e o esquema pneumático.

Nota:

Todos os esquemas devem ser montados e testados na bancada de pneumática existente no laboratório.

VII. Bibliografia

A. Silva Pereira . Mário Águas . Rogério Baldaia, Sistemas Digitais, Porto Editora, 2001

José Novais, Método Sequencial Para Automatização Electropneumática, 3.ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 1997

Adriano Santos . António Silva, Automação Pneumática, 1.ª Edição, Edições Técnicas, Publindústria, 2002

Eng. Arivelto Fialho, Automação Pneumática, 1.ª Edição, Editora Érica, 2003

José Matias . Ludgero Leote, Automatismos Industriais, Didáctica Editora, 1993

Apontamentos de Automação e Controlo, Eng.ª Industrial, Castelo Branco, 1997

VIII. Anexos